

# LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE MÉXICO



**José Luis Calva**

Coordinador

**Jose Luis Apodaca Villarreal**

**Fabio Barbosa**

**José Luis Calva**

**Karla G. Cedano Villavicencio**

**Jesús Antonio del Río Portilla**

**Luca Ferrari**

**Sergio Martín Galina Hidalgo**

**Nora Lina Montes**

**Víctor Rodríguez Padilla**

**Daniel Romo Rico**

**Fluvio Ruíz Alarcón**

**Colección de libros  
Agenda para el  
desarrollo 2024-2030  
Volumen 8**

**CONSEJO NACIONAL DE UNIVERSITARIOS**  
editorial  
**fontamara**

# LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE MÉXICO

José Luis Calva  
(Coordinador)

*Textos*

José Luis Apodaca Villarreal, Fabio Barbosa, José Luis Calva,  
Karla G. Cedano Villavicencio, Jesús Antonio del Río Portilla,  
Luca Ferrari, Sergio Martín Galina Hidalgo, Nora Lina Montes,  
Víctor Rodríguez Padilla, Daniel Romo Rico, Fluvio Ruíz Alarcón

Instituciones de adscripción de los autores de este volumen



Consejo Nacional de Universitarios

editorial  
**fontamara**

México, 2024

Los trabajos de investigación incluidos en este libro han sido arbitrados por pares académicos.

---

La transición energética de México/ José Luis Calva, coordinador. - -  
México: Fontamara, 2024

1a. Edición  
80 p.: ilustraciones; 16x23 cm (Col. Agenda para el desarrollo 2024-2030, Volumen 8)

ISBN de la obra completa: 978-607-736-899-1  
ISBN del volumen 8: 978-607-736-935-6

T.1. Política energética    T.2. Energías renovables  
T.3. Industria petrolera

---

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE MÉXICO

## Volumen 8 Agenda para el desarrollo 2024-2030

José Luis Calva (Coordinador), José Luis Apodaca Villarreal, Fabio Barbosa  
José Luis Calva, Karla G. Cedano Villavicencio, Jesús Antonio del Río Portilla,  
Luca Ferrari, Sergio Martín Galina Hidalgo, Nora Lina Montes,  
Víctor Rodríguez Padilla, Daniel Romo Rico, Fluvio Ruíz Alarcón

Primera edición, 2024

D.R. © 2024, Editorial Fontamara, S.A. de C.V.  
Av. Hidalgo No. 47-b, Colonia Del Carmen,  
Alcaldía Coyoacán, 04100, CDMX, México.  
Tels. 555659-7117 y 555659-7978  
Email: [contacto@fontamara.com.mx](mailto:contacto@fontamara.com.mx)  
[www.fontamara.com.mx](http://www.fontamara.com.mx)

D.R. © 2024, Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo  
Copilco 319, Planta Alta, Col. Copilco Universidad,  
Alcaldía Coyoacán, 04360, Ciudad de México  
<[www.consejonacionaldeuniversitarios.mx](http://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx)>

ISBN de la obra completa: 978-607-736-899-1  
ISBN del Volumen 8: 978-607-736-935-6

Elaborado en México/Reservados los derechos

## ÍNDICE

Presentación <i>José Luis Calva</i>	6
PRIMERA SECCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y SITUACIÓN ENERGÉTICA DE MÉXICO	
Energías renovables en México, ¿dónde estamos y hacia dónde vamos? <i>Karla G. Cedano Villavicencio y Jesús Antonio del Río Portilla</i>	9
Evolución de la situación energética de México durante el sexenio de AMLO <i>Luca Ferrari</i>	18
SEGUNDA SECCIÓN INDUSTRIA PETROLERA Y DEL GAS	
El declive de los hidrocarburos presiona la transición a energías renovables <i>Fabio Barbosa</i>	25
¡(No) huele a gas! Producción y suministro de gas en México <i>Fluvio Ruíz Alarcón</i>	32
Refinación de petróleo en México durante el gobierno de AMLO <i>Daniel Romo Rico</i>	36

TERCERA SECCIÓN  
GENERACIÓN Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Industria eléctrica: generación y suministro de electricidad Agenda para el sexenio 2024-2030 <i>José Luis Apodaca Villarreal</i>	49
Los requerimientos hídricos del sector eléctrico <i>Nora Lina Montes</i>	57

CUARTA SECCIÓN  
DEL EXTRAVÍO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA  
AL RELANZAMIENTO DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA

Orientar la política energética hacia la sostenibilidad <i>Víctor Rodríguez Padilla</i>	64
Hacia el relanzamiento de Pemex <i>Daniel Romo Rico y Sergio Martín Galina Hidalgo</i>	72
El renacer del sector energético nacional: avances y resistencias <i>Víctor Rodríguez Padilla</i>	76

# AGENDA PARA EL DESARROLLO 2024-2030

## PRESENTACIÓN

JOSÉ LUIS CALVA\*

Los trabajos de investigación que integran la colección de libros *Agenda para el Desarrollo 2024-2030* son –en su mayor parte– post scriptum correspondientes a los capítulos de la colección de libros de *Análisis Estratégico para el Desarrollo*, que publicamos en 2018 y están disponibles en este sitio web. Los demás trabajos de investigación –los de mayor extensión– incluidos en estos libros han sido elaborados especialmente para la agenda 2024-2030. El propósito de ambos esfuerzos es contribuir, desde una perspectiva académica, al debate nacional sobre los grandes problemas económicos, sociales, políticos y ambientales de México, así como a la conformación de un sistema integral de propuestas de políticas públicas –viables dentro de las actuales realidades nacionales y del entorno internacional–, que permitan a nuestro país alcanzar el desarrollo económico acelerado y sostenido del producto nacional y del empleo, con equidad social, sustentabilidad ambiental y democracia de calidad.

Se trata de un análisis holístico de los grandes problemas nacionales y de su entorno internacional realizado con la participación de 477 destacados investigadores de diversas disciplinas: economistas, sociólogos, politólogos, juristas, ingenieros de diversas especialidades, biólogos, geólogos y arquitectos, principalmente. La mayoría estamos adscritos a las más importantes instituciones de investigación y educación superior de nuestro país: UNAM, IPN, UdeG, UAM, COLMEX, CIDE, CIESAS, COLEF, BUAP, UIA, UV, INIFAP, las universidades autónomas de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Ciudad Juárez, Ciudad de México, Colima, Chapingo, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa y Zacatecas, así como las universidades Panamericana, y de Ciencias y Artes de Chiapas, el ITESO, el Instituto MORA, FLACSO, CIAD, INNSZ y el INACIPE, principalmente. Pero también participan científicos sociales

\* Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

adscritos a universidades del extranjero: de París, Illinois, California, Barcelona, Sao Paulo, Río de Janeiro, U. Nanak Dev de India, U. Monarch de Suiza, Campinas de Brasil, Nuevo México, UNN de Argentina, U. Sun Yat-Sen de China, entre otras.

Este proyecto fue viable porque desde octubre de 2010 creamos el *Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo*, con la participación de 365 miembros fundadores. En nuestro documento fundacional nos trazamos como primer objetivo: “Conjuntar nuestros esfuerzos para formular un sistema integral de propuestas viables de políticas públicas capaces de *superar el pobre y errático desempeño mostrado por la economía mexicana durante las últimas décadas, fortalecer la cohesión social de nuestra nación y abrir los cauces de un desarrollo sustentable, incluyente, equitativo y democrático*”. Teníamos claro que utilizando los márgenes de maniobra que México tiene dentro de las realidades del entorno económico y político internacional, así como dentro de nuestras propias realidades nacionales (cargadas de restricciones y de obstáculos estructurales, pero también de potencialidades), es factible construir e instrumentar una nueva estrategia exitosa de desarrollo nacional, es decir un sistema de políticas públicas viables dentro de las actuales realidades nacionales e internacionales y validadas por su aplicación en naciones exitosas.

Por consiguiente, de manera natural asumimos una postura holística, concediendo relevancia al análisis riguroso de cada uno de los grandes problemas nacionales, pero también al análisis de la interdependencia y las sinergias entre estos problemas. De esta manera, arribamos a un sistema integral de propuestas de políticas públicas para la reconstrucción de nuestra nación, con la clara convicción de que los listados de buenos propósitos de nada sirven si no van acompañados de una definición precisa de los instrumentos de política pública realmente conducentes a los objetivos propuestos. Ya lo había advertido Hegel en su *Ciencia de la Lógica*: “la voluntad se interpone ella misma en el camino de la consecución de su fin cuando se aparta del conocer; por consiguiente, la idea del bien sólo puede hallar su realización con la idea de lo verdadero”.

Cuando fundamos nuestro Consejo Nacional de Universitarios, hacía unos meses que Barak Obama había encontrado en la biblioteca de la Casa Blanca una frase de Abraham Lincoln, que hicimos nuestra: “A veces llega el momento de justificar las esperanzas que depositamos en nosotros mismos”. “No estamos obligados a ganar, pero sí a ser fieles a nuestros principios. No estamos obligados a triunfar, pero sí a hacer que la luz que tenemos, sea poca o mucha, brille”.

PRIMERA SECCIÓN  
ENERGÍAS RENOVABLES Y SITUACIÓN ENERGÉTICA  
DE MÉXICO

## ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO, ¿DÓNDE ESTAMOS Y HACIA DÓNDE VAMOS?

KARLA G. CEDANO VILLAVICENCIO\*  
JESÚS ANTONIO DEL RÍO PORTILLA\*\*

Nos enfrentamos a una grave situación global debida, por un lado al calentamiento global provocado por el hombre; y por otro a la desigualdad provocada por el consumismo extremo de los últimos siglos. Esta situación está ahondando cada vez más las enormes brechas sociales y económicas entre las personas, aumentando los daños a los recursos naturales y poniendo en peligro irreversiblemente el desarrollo de las nuevas generaciones. Por ello se propone cambiar radicalmente nuestro estilo de vida hacia la sustentabilidad, esto es: prestando especial atención a los recursos naturales y a la reducción del consumo energético. Porque el sector energético es responsable del 71.11% de las emisiones de gases de efecto invernadero de nuestro país (GFLAC, 2020).

En el Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM se ha trabajado desde hace más de veinticinco años en avanzar hacia el desarrollo sustentable, a partir de la redefinición de Víctor L. Urquidi en 1996 como “aquel que se lleve a cabo sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades [...] Y está implícita la preocupación por la igualdad social dentro de cada generación” (Urquidi, 1996). Con más precisión, “desarrollo sustentable es avanzar en el bienestar de las personas y de la sociedad al considerar simultáneamente aspectos sociales, económicos, ambientales e institucionales, con atención especial a los más desprotegidos del presente y a las generaciones futuras” (Martínez, 2012).

\* Instituto de Energías Renovables de la UNAM.

\*\* Instituto de Energías Renovables y Centro de Ciencias de la Complejidad, UNAM.

Consideramos que las emisiones de gases de efecto invernadero pueden reducirse y para ello necesitamos conocer el punto de partida. Las emisiones promedio de la población mexicana en 2022 fueron de 4 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante. Sin embargo, una persona en Estados Unidos emitió un promedio de 14.9 toneladas, mientras que una persona en China emitió 8 toneladas. En cambio, el dato en Colombia es de 1.9 toneladas, (Ritchie, Rosado y Roser, 2023). Como podemos ver, nuestras emisiones varían mucho en diferentes partes del mundo y también existen diferencias locales. Por ejemplo, en promedio, una persona que vive en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, no emite tanto CO<sub>2</sub> a la atmósfera como alguien que vive en Cuernavaca, Morelos, o en la Ciudad de México.

En términos energéticos, en 2000 México consumió 16,463 kWh per cápita, mientras que Estados Unidos y Reino Unido consumieron más de 92,273 kWh y 45,129 kWh, respectivamente. Es decir, estos dos países consumieron más, cuatro y dos veces la cantidad de México, respectivamente. Para 2022, el consumo cayó a 78,754 en Estados Unidos y 30,098 en Reino Unido; sin embargo, para México aumentó a 19,009 (Ritchie y Rosado, 2020). Claramente en este siglo las economías de habla inglesa referidas han aumentado su eficiencia. En México no, ya que hemos aumentado el consumo de energía sin que haya un aumento en el nivel de vida generalizado de la población: de hecho ha aumentado el porcentaje de personas por debajo de la línea de pobreza económica.

Además, otro dato verdaderamente preocupante es la proporción de energías renovables en nuestro país, especialmente si la comparamos con otros países. Con datos de 2022, el aporte de la energía eólica y solar es más del 11% del consumo eléctrico total en Reino Unido y más del 5% en Estados Unidos; pero en México la suma de la energía eólica y solar no supera el 5%. Otro ejemplo es Alemania, donde la participación de la energía solar y eólica en la energía total representa más del 14%. La región europea es claramente pionera en el uso de fuentes de energía renovables.

Estos datos anteriores corresponden solo al sector eléctrico; pero también hay otros sectores que utilizan combustibles fósiles, como el transporte. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) considera que la electrificación de las actividades productivas y cotidianas en todo el mundo es inminente y es necesario avanzar hacia las transiciones energéticas mundiales. IRENA (2024) subraya que para triplicar la capacidad instalada de energía renovable de aquí a 2030, es necesario un aumento significativo de la capacidad de almacenamiento de electricidad, es decir, de las baterías u otros sistemas de almacenamiento. Está claro que la transición hacia la movilidad eléctrica ha comenzado y se está acelerando

en Europa, Estados Unidos y China. Los datos compartidos por IRENA muestran que el mundo está invirtiendo para satisfacer las necesidades energéticas renovables, mientras que nuestro país se ha estancado en estos aspectos.

En la primera mitad del siglo pasado, la transición de las cocinas de petróleo a las de gas representó una mejora significativa en la salud y el medio ambiente físico y ambiental (Portilla y del Río, 2021). Al utilizar la electricidad en la cocina es posible evitar no sólo los gases nocivos de la combustión del gas (natural o LP) en nuestros hogares, sino también la emisión de gases de efecto invernadero. También es importante recordar que es más sencillo y económico conducir electricidad a través de cables que transportar gas en contenedores, tanques o tuberías, y, por supuesto, mucho menos peligroso.

IRENA plantea que es necesario abandonar los combustibles fósiles, triplicar las energías renovables y aumentar la eficiencia energética. Por lo tanto, las fuentes renovables representan las piedras angulares que guían la transición hacia una matriz energética sustentable y resiliente. Es importante aclarar que no todas las energías limpias son renovables. La Ley de la Industria Eléctrica (DOF, 2014) en el Artículo 3 define a las energías limpias como: “Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan”, e incluye entre otras a las energías renovables y a la energía nuclear.

La Ley de Transición Energética (DOF, 2015) en su Artículo 3 define a las energías renovables como: “Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes”.

Algunas personas incluyen entre las energías limpias a la energía nuclear; sin embargo, la comunidad especializada hace tiempo ha llegado al acuerdo de que la energía nuclear no es totalmente limpia, ya que deja residuos nucleares que deben procesar las generaciones que nunca la usaron. Por igual razón, la comunidad renovable considera que los residuos radiactivos de las nucleoelectricas son altamente contaminantes, tóxicos y presentan un grave peligro para la salud humana, animal y ambiental en general. Adicionalmente, la energía nuclear presenta un contratiempo adicional: atenta contra la seguridad y soberanía nacionales. Esto debido a la dependencia absoluta de la infraestructura y del material radiactivo, tanto

de su compra, uso, manejo y disposición. Si la dependencia tecnológica en el sector hidrocarburos es uno de los grandes riesgos a la soberanía de los países; en el caso de la industria nuclear, el riesgo y control de parte de potencias económicas es aún mayor

Sin duda es fundamental integrar una matriz energética más sustentable con una mayor proporción de energías renovables; sin embargo es más importante avanzar hacia transiciones energéticas justas. Esto implica que los costos y los beneficios de la transición se repartan con justicia y dejemos de replicar los fenómenos económicos que marginan a comunidades y las conducen a la pobreza energética, es decir, que no cuentan con los medios para satisfacer sus necesidades energéticas. Una estrategia que puede avanzar hacia entornos más energéticamente justos es el incentivar la generación distribuida y descentralizada. Con la generación distribuida se aprovecha una de las principales propiedades de las fuentes de energías renovables, que pueden instalarse en casi cualquier parte del mundo y muy cerca del lugar de uso o en él. Por ejemplo, la instalación de sistemas fotovoltaicos es totalmente posible en los tejados de la mayoría de los edificios del país.

Otra ventaja de las fuentes de energía renovables es la descentralización de la producción de energía, que ya no requiere la construcción de centrales eléctricas sino que puede generar electricidad donde sea necesaria. Sin embargo, es muy importante contar con una red de transmisión y distribución verdaderamente inteligente que utilice la generación en diferentes ubicaciones para minimizar la variabilidad de las energías renovables. Estas redes inteligentes no sólo optimizan la eficiencia del suministro energético, sino que también facilitan la integración armoniosa de diversas fuentes de energía renovables. Por ejemplo, en las noches, las corrientes de viento no se detienen, de manera que la energía eólica puede complementarse con la energía solar. Estas redes inteligentes deben estar equipadas con tecnologías avanzadas de seguimiento, gestión y control.

Con la disponibilidad de dispositivos conectados a Internet (IoT), actualmente contamos con información en tiempo real, completa y de alta calidad que nos permite desarrollar algoritmos para aumentar la eficiencia energética y optimizar la integración de fuentes de energía renovables. Cuando decimos que se trata de información completa y de gran calidad, queremos decir que con los equipos actuales podemos conocer, por ejemplo, el consumo de un frigorífico en casa o de un congelador en una instalación, o la producción energética de un sistema fotovoltaico instalado en un edificio. Con esta enorme cantidad de información es posible diseñar sistemas informáticos detallados para las redes de transmisión o

distribución con el fin de gestionar y controlar de forma óptima el flujo de energía según la demanda. Estas redes inteligentes deben ser flexibles para adaptarse a las fluctuaciones en la demanda energética y en la producción de energía renovable de manera que se pueda responder rápidamente a los cambios. Por ejemplo, debido a las condiciones climáticas o la demanda intermitente de plantas eléctricas o industriales. Estas redes también deben considerar la integración de tecnologías de almacenamiento para aumentar su flexibilidad y resiliencia. Para obtener estas propiedades es importante disponer de una gran cantidad de información, concretamente nuestros datos. Esto último es motivo de reflexión, ya que es de fundamental importancia garantizar la seguridad de los sistemas que recopilan y transmiten información tanto sobre la producción de energía renovable como sobre el uso de la energía en tiempo real y proteger la privacidad de los datos tanto de la población consumidora como de la prosumidora.<sup>1</sup> En México la red de transmisión y distribución está reservada a la CFE y en este contexto toda la población depende de sus decisiones para el desarrollo de estas redes. Urge contar con un sistema eléctrico nacional inteligente que defina sus acciones con base en información de alta calidad y con granularidad temporal y espacial detallada. Aquí es donde reside la soberanía energética y no en los aspectos de la producción que, como ya se mencionó, necesitan ser distribuidos y descentralizados para democratizar la producción y por tanto el uso de la energía.

También hay que considerar el historial de consumo de energía. La humanidad ha estado utilizando combustibles durante miles de años. El control del fuego permitió a las comunidades prehistóricas acceder a nutrientes de manera más eficiente, construir herramientas, modificar ambientes fríos y disuadir a los animales salvajes, entre otras cosas. A lo largo de la historia se han utilizado diversos combustibles emisores netos; es decir, se liberaba el CO<sub>2</sub> y las plantas lo fijaban para poder volver a utilizarlas como combustible. Sólo con el uso de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo que genera CO<sub>2</sub> de manera acelerada y que imposibilita su captura por la vía natural, es que se inició el cambio acelerado de la atmósfera y por ende el cambio climático. Con el avance de la ciencia y la tecnología, la humanidad logró controlar la electricidad en el siglo XIX, pero no fue hasta el siglo XX que obtuvimos el control total y el uso masivo de la misma. En el siglo XXI estamos sustituyendo el viejo fuego, el de los combustibles fósiles, por el nuevo fuego: la electricidad para realizar nuestras actividades productivas y cotidianas.

En cuanto a movilidad tenemos una gran dependencia de los hidrocarburos. Es urgente transitar a la movilidad eléctrica y más urgente aún

transitar a una generación de electricidad con tecnologías limpias y de preferencia con fuentes renovables. Hace algunos años existía un debate sobre la conveniencia de la movilidad eléctrica cuando la matriz energética para la generación de electricidad tiene tan poca participación de renovables. En el debate se insistía en que, ante la “suciedad” de la generación eléctrica no tenía sentido invertir en movilidad eléctrica. Este debate tiene una falacia de origen; y esa falacia surge desde otro concepto que ya comentamos: la eficiencia. La generación de electricidad se da en grandes centrales, donde la eficiencia del proceso es un factor crítico. En estas grandes generadoras, el aprovechamiento de los combustibles que se utilizan es el máximo que permite la tecnología, y con la normatividad vigente en México cada vez más se controlan las emisiones contaminantes de las grandes centrales. Por otro lado, la combustión de hidrocarburos en nuestros autos, en el transporte público y en el privado no tiene las mismas normativas y no se controla adecuadamente. La eficiencia de los motores deja mucho que desear y vamos distribuyendo emisiones contaminantes a nuestro paso. Entonces, la movilidad eléctrica hasta con la matriz energética que tenemos es mucho mejor que usar movilidad basada en la combustión de hidrocarburos.

Ahora, ¿cómo lograr una transición energética hacia fuentes renovables? IRENA propone en su reporte *Global energy transformation: A roadmap to 2050*, publicado en 2018, seis pasos para lograrlo (IRENA, 2018):

1. Aprovechar la fuerte sinergia entre eficiencia energética y energías renovables.
2. Planear un sector eléctrico en el que las renovables provean una alta proporción de la energía.
3. Incrementar el uso de la electricidad en el transporte, los edificios y la industria.
4. Promover la innovación sistémica.
5. Alinear las estructuras socio-económicas y la inversión a la transición energética.
6. Asegurar que los costos y beneficios de la transición se distribuyan justamente.

El cuarto paso es fundamental para nuestras comunidades académicas. Es necesario impulsar la innovación basada en conocimiento para impulsar tanto a las empresas mexicanas que proveerán servicios energéticos, como a las empresas que los consumirán. Es necesario que así como estamos preocupados por nuestra independencia energética, trabajemos en nuestra independencia tecnológica. Sólo podemos atacar problemas complejos,

problemas reales, desde la colaboración multidisciplinaria y multisectorial. Impulsar alianzas academia-industria-sociedad para transitar a modelos energéticos sustentables es imperativo. Recordemos que los problemas de la zona intertropical, donde está México, no los tienen en el norte global, necesitamos innovar para resolver estos problemas. La innovación de calidad la mide la Organización Mundial de Propiedad Intelectual con tres indicadores: lugar en el *ranking* QS de las tres universidades más importantes de un país; número de familias de patentes que produce un país al año; e índice H de las publicaciones científicas de un país. Esto es: la innovación de calidad depende del impacto de la ciencia que genera una comunidad, de la calidad de sus espacios de formación de talento y de la capacidad de protección y comercialización de su propiedad intelectual.

El sexto paso de la lista de IRENA es aún más retador y necesario. Los sistemas basados en hidrocarburos siguen perpetuando los modelos económicos capitalistas neoliberales, donde los beneficios de la explotación de los recursos naturales les pertenecen a unos cuantos. Incluso en México, donde las compañías petrolera y eléctrica son de la nación, los beneficios no se han distribuido a toda la población por casi un siglo. La prosperidad energética se ha construido sobre el daño a los más vulnerables. Ahí tenemos los grandes contrastes en Campeche, Tabasco, Veracruz. Estados con bonanza en hidrocarburos y con grandes índices de marginación y pobreza. La economía basada en hidrocarburos: el gas y el petróleo, sigue concentrando la riqueza en unos cuantos y abriendo cada vez más la brecha entre los que tienen y los que no.

En cambio, las energías renovables permiten esquemas distintos, gracias a la naturaleza del recurso y a la modularidad de las instalaciones que se requieren para su generación. La generación distribuida abre una puerta a nuevos modelos económicos, donde la prosperidad energética sea una opción para las comunidades que decidan transformar su relación con la energía y convertirse en prosumidoras. La generación distribuida tiene la capacidad de empoderar a personas y comunidades enteras que decidan con libertad si quieren generar su propia electricidad e incluso vender lo que generan. Les permite rediseñar un modelo de vida, transitar de buscar dinero para pagar la energía que consumen, a generar energía para satisfacer sus necesidades energéticas. Podemos enfatizar la última frase: generar la energía que se necesita para construir bienestar a las personas y comunidades.

Esto requiere de innovación social. Este tipo de innovación “entendida como la gestión participativa del conocimiento para definir proyectos, programas y políticas públicas que mejoren el nivel y la calidad de vida

de las personas y de su comunidad, al promover su libertad de elección” (Martínez, Cedano, Gutiérrez, Armenta y Martínez, 2016), requiere de espacios colaborativos que promuevan la comunicación y la colaboración multidisciplinaria para atender los lacerantes problemas de nuestro país. Y así regresamos a la cuarta recomendación de IRENA: promover innovación en todo el sistema, en el marco del desarrollo sustentable velando no sólo por las generaciones futuras, sino también cerrando las dolorosas brechas del presente. Estamos convencidos de que otro México es posible con innovación social en energías renovables para la sustentabilidad.

En México tenemos un sistema de aportación económica a la electricidad con participación gubernamental, lo que significa que parte de nuestros impuestos se destina a pagar la electricidad de la población. El costo de generar electricidad a partir de fuentes renovables es menor que el de los hidrocarburos. Por este motivo, pagar el aporte estatal sería más eficiente si se produjera a partir de fuentes renovables. Por lo tanto, claramente es de interés de la población mexicana cambiar a fuentes de energía renovables; y obtendremos beneficios aún mayores si lo hacemos de forma descentralizada en nuestros hogares, oficinas, escuelas, etc. La inversión es rentable en el corto plazo.

En un momento crucial para el planeta, cuando la crisis climática requiere acciones urgentes y responsables, es indispensable invitar a todas las personas a unirse a la transición hacia un futuro más sustentable adoptando fuentes de energía renovables en sus hogares, escuelas, industrias, negocios y oficinas.

Hoy tenemos la oportunidad de construir una sociedad que use energía responsable y eficientemente; y demostrar nuestro compromiso con la protección del medio ambiente integrando tecnologías energéticas renovables en nuestros espacios de trabajo y hogar. Los indicadores para lograrlo deben incluir no solo los que se desprenden de lo expuesto, sino también algunos que se adapten a las capacidades y potencialidades locales para que verdaderamente construyamos un México usando fuentes renovables de energía en nuestro tránsito hacia el bienestar social. De esta forma, contribuimos a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire y preservar los recursos naturales. Además de los beneficios ambientales, el uso de fuentes de energía renovables también ofrece beneficios económicos, como la reducción de los costos energéticos a largo plazo y el aumento del valor de las propiedades.

## BIBLIOGRAFÍA

- DOF (2014), *Ley de la Industria Eléctrica*, México, 11 de agosto de 2014.
- DOF (2015), *Ley de Transición Energética*, México, 24 de diciembre de 2015.
- GFLAC (2020), *Índice de Finanzas Sostenibles*, México, en: [https://www.sustainable-finance4future.org/\\_files/ugd/32948d\\_71f6f09bf084494a8dbdac6a8377a4d3.pdf?index=true](https://www.sustainable-finance4future.org/_files/ugd/32948d_71f6f09bf084494a8dbdac6a8377a4d3.pdf?index=true), consultado el 24 de junio de 2024.
- Ritchie, Hannah; Rosado, Pablo y Roser, Max (2023), “Data Page: Per capita CO<sub>2</sub> emissions”, en *CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. Data adapted from Global Carbon Project*, Various sources, en: <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>
- Ritchie, Hannah; Rosado, Pablo y Roser, Max (2020), “Energy Mix”, *OurWorldInData.org*, en: <https://ourworldindata.org/energy-mix>
- IRENA (2024), “Tracking COP28 outcomes: Tripling renewable power capacity by 2030”, *International Renewable Energy Agency*, Abu Dhabi.
- IRENA (2018), “Global energy transformation: A roadmap to 2050”, en *International Renewable Energy Agency*, ISBN: 978-92-9260-059-4
- Martínez, Natalia; Cedano, Karla; Gutiérrez, Sofía, Martínez, Miriam y Martínez, Manuel (2016), “Una propuesta de Niveles de Maduración Tecnológica para Ciencias Sociales”, *Memoria del 5º Congreso Nacional de Ciencias Sociales*, 35 cuartillas, Guadalajara, Jal., 14 al 18 de marzo de 2016.
- Martínez, Manuel (2012), “Energía Sustentable para Todos en 2030”, *Revista Digital Universitaria*, UNAM, en: [https://www.revista.unam.mx/index\\_oct12.html](https://www.revista.unam.mx/index_oct12.html), consultada el 20 de junio de 2024.
- Portilla, Yolanda y Del Río, Jesús Antonio (2021), “De las estufas de tractolina a las de inducción”, *Academia de Ciencias de Morelos*, en: <https://acmor.org/publicaciones/de-las-estufas-de-tractolina-a-las-de-inducion>
- Urquidí, Víctor (1996), “México en la globalización: condiciones y requisitos de un desarrollo sustentable y equitativo”, en *Informe de la sección mexicana del Club de Roma*, México: Fondo de Cultura Económica.

# EVOLUCIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE MÉXICO DURANTE EL SEXENIO DE AMLO

POST SCRIPTUM\*

LUCA FERRARI\*\*

## INTRODUCCIÓN

En el tema energético, lo que ha caracterizado al gobierno de AMLO es una apuesta renovada hacia las fuentes fósiles a través de fuertes apoyos a Pemex, particularmente en el sector refinación; y la recuperación del control del Estado sobre el sector eléctrico, por medio de una serie de acciones que lograron revertir parcialmente la reforma energética del gobierno anterior y reforzar el papel de CFE. Parte de las acciones emprendidas eran necesarias para mantener la confiabilidad del sistema eléctrico nacional (SEN) y porque la experiencia internacional nos ha mostrado que un sector estratégico como lo de la energía no puede dejarse en mano a un mercado que, al buscar la máxima ganancia, no garantiza el servicio de las necesidades prioritarias de la mayoría de la población. Sin embargo, varias de las decisiones tomadas en este sexenio han sido guiadas por motivaciones político-económicas de corto plazo, que no toman en cuenta la viabilidad a futuro del sector energético mexicano, con su creciente vinculación a Estados Unidos, así como el impacto ambiental tanto a nivel general como local. En esta sección haremos un breve diagnóstico de la situación del sistema energético mexicano para resaltar dos aspectos críticos que debería reconsiderar la próxima administración: 1) la gran inversión en hidrocarburos frente al evidente declive geológico y el consecuente incremento de los costes de extracción y 2) la creciente dependencia del

\* Post scriptum al capítulo “Tendencias globales en energía y perspectiva de México” (Ferrari y Ocampo, 2018).

\*\* Instituto de Geociencias de la UNAM y Plataforma Nacional Energía Ambiente y Sociedad (PLANEAS).

sistema eléctrico nacional del gas importado de Estados Unidos, que además de perjudicar la soberanía nacional es un insumo cuyo abastecimiento no está garantizado en el mediano y largo plazo.

#### LA INVERSIÓN EN PEMEX EN LA ERA DEL DECLIVE Y EL PETRÓLEO CARO

Sobre este tema hay que recordar que México tocó el pico de la producción de petróleo hace 20 años y la del gas natural hace 15 años. Desde entonces, la producción petrolera ha disminuido a la mitad y la del gas a dos tercios por razones esencialmente geológicas: el agotamiento de los campos gigantes de la Sonda de Campeche, que se ha intentado compensar con un número creciente de campos de mucho menor tamaño y menor productividad que, por ende, necesitan la perforación de muchos más pozos. El ejemplo más contundente de esto es que en 2004 Cantarell (Akal) con tan solo 200 pozos producía 15% más petróleo que lo que producen actualmente los 3,850 pozos activos en México. Lo anterior ha hecho desplomar el rendimiento de la inversión: en el año 2000 por cada millón de pesos invertidos anualmente en Pemex Exploración y Producción (PEP) se producían 66 barriles diarios, para el 2022 solo eran 4 (Ferrari y Hernández, 2024). Esto explica por qué, a pesar de haberse duplicado el presupuesto de PEP entre 2019 y 2023, la producción de petróleo crudo no se ha incrementado y ha empezado nuevamente a declinar (Ferrari y Flores Hernández, 2024). A principio del sexenio la meta de Pemex para 2024 era producir 2.4 millones de barriles diarios (MMbd), cifra que año con año se ha reducido hasta 1.9 MMbd, a medida que se demostraba imposible alcanzarla. Por otro lado, dado que varios de los nuevos campos están a gran profundidad se produjo un incremento importante de la cantidad de fracciones ligeras, los llamados condensados, que han llegado a constituir el 15% de la producción. En particular, los únicos dos campos de más de 500 millones de barriles de reservas probadas descubiertos en la última década (Ixachi y Quesqui) solo producen gas y condensados ya que se encuentran entre 6 y 8 km de profundidad. Si bien son contabilizados por Pemex para mostrar un cierto incremento de la producción, los condensados son un insumo básico para la petroquímica, pero no pueden ser procesados en una refinería para producir gasolina y diésel a menos de ser mezclados con crudos pesados, un método que, sin embargo, disminuye su valor. En términos generales, a pesar de episodios de mala administración y corrupción que han ocurrido en el pasado, el declive de la producción petrolera mexicana se explica en buena medida por razones geológicas y técnicas, tal como se ha observado a nivel mundial.

En el sector refinación, el déficit entre la producción nacional y la demanda de gasolina y diésel, que se compensa con importaciones, se ha estabilizado pero no revertido todavía. En comparación con 2018, la producción de gasolina en el Sistema Nacional de Refinación (SNR) ha incrementado solo un 10% llegando aproximadamente a 250 mil barriles diarios; pero en 2023 México importó 489 mil barriles diarios de gasolina. La refinería de Deer Park en Texas, que Pemex adquirió en 2022, produce cerca de 130 mil barriles diarios de gasolina, pero debido a contratos previos y a la conveniencia comercial, solo alrededor de 10% de su producción se destina al mercado mexicano. La nueva refinería de Dos Bocas puede llegar a añadir unos 170 mil barriles diarios de gasolina, insuficiente para dejar de importar. Independientemente, lo más importante es que según nuestro análisis la producción de crudo no alcanza: aún refinando todo el petróleo que se produce hoy en México, la cantidad de gasolina obtenida no sería suficiente para satisfacer el nivel de consumo actual tomando en cuenta la eficiencia promedio del SNR (Ferrari et al., 2024). Este déficit, que empezó desde mediados del sexenio anterior, solo se ha revertido brevemente durante la pandemia por una menor demanda, pero ha superado ya los niveles previos.

#### CRECIMIENTO DE LA DEPENDENCIA DEL GAS IMPORTADO

La política de recuperación de la soberanía en cuanto a productos refinados no se ha aplicado en la generación eléctrica. La actual administración recibió un sector eléctrico donde el 51% de la generación ya ocurría con centrales basadas en gas (ciclo combinado y turbogas), pero a 2023 este valor subió al 63% (Deniau et al., 2023). La generación por gas es la que más ha crecido en la última década, más que el crecimiento de las fuentes renovables, aunque, por otro lado, la generación por carbón y térmica convencional (principalmente combustóleo) ha disminuido. Sin embargo, la producción nacional de gas es totalmente insuficiente para satisfacer el consumo interno ya que, además de la caída en la producción, alrededor del 66% del gas es utilizado por la propia Pemex para los procesos de producción y refinación (Ferrari et al., 2024a). Descontando el consumo propio de Pemex, en la actualidad México importa casi el 90% del gas que consume. La importación de gas de Estados Unidos ha crecido constantemente desde 2010 y en esta administración CFE ha invertido casi 6 mil millones de dólares para construir otras 10 centrales de ciclo combinado, una de turbogas además de 2 térmicas. En conjunto son 7 GW de nueva capacidad instalada en fuentes fósiles contra solo

0.42 GW de la primera fase de la central fotovoltaica de Puerto Peñasco en Sonora, y algo más como resultado del plan de Modernización de Centrales Hidroeléctricas. La proyección más reciente (SENER, 2023) prevé un incremento de la capacidad instalada para 2037 de 92 a 157 GW. En cuanto a la generación se espera se llegue a 500 TWh/año desde el valor actual (2022) de 340 TWh/año. Este incremento se obtendría manteniendo la generación fósil actual, particularmente con gas, e incrementando la generación con fuentes renovables y también con mezclas de gas e hidrógeno verde.

Lo que llama la atención, tanto en lo que va del sexenio como en los escenarios futuros, es la continuidad de la generación basada en gas natural importado. La razón que ha dado esta administración para continuar con el incremento de la generación por gas es la de aprovechar los contratos de largo plazo firmados en el sexenio anterior para la importación de un gran volumen de gas de Estados Unidos que, en efecto, tiene los precios más bajos a nivel mundial y provee electricidad de manera despachable. Sin embargo, con una mirada menos economicista y de más largo plazo, esto es muy cuestionable: estamos atados cada vez más a Estados Unidos y a una fuente que ya está cerca de su máximo de producción y puede decrecer y/o subir de precio en los próximos años debido a la competencia con la exportación de gas natural licuado hacia Europa consecuente con el sabotaje del gasoducto ruso-alemán NordStream. Las centrales de ciclo combinado tienen una vida útil de 40 años y pueden transformarse en activos varados. Además, el gas no es una fuente limpia ya que produce solo 42% menos emisiones de CO<sub>2</sub> del carbón a paridad de MW generado.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Los temas que hemos analizado tienen implicaciones relevantes para las decisiones futuras en materia de política energética del país.

1. El intento de incrementar la producción de hidrocarburos ha mostrado toda su limitación, debido a que la caída de la producción responde a una tendencia geológica que se ha observado en todo el mundo una vez pasado el pico de la producción. Como consecuencia del creciente costo de la extracción y refinación del petróleo y el fuerte endeudamiento que carga desde sexenios anteriores, Pemex empieza a no tener una contribución neta a las finanzas públicas de México. Al comparar la asignación de recursos para Pemex en 2023 respecto a sus ingresos, se observa que estos últimos son completamente absorbidos por los gastos en los que incurre (CIEP, 2023).

2. La apuesta al gas importado como principal fuente de generación eléctrica nacional para las próximas décadas es muy riesgosa tanto del punto de vista geopolítico como en vista de su probable declinación a futuro. El gas es uno de los principales rubros que nos hace ser importador neto de energía. El declive de Estados Unidos como potencia militar, económica y financiera está en marcha y si bien es imposible aislarnos, deberíamos procurar tener una menor dependencia en todos los rubros.
3. El impacto ambiental del sector hidrocarburos no ha sido atendido y amenaza con crecer a medida que se insista en una mayor industrialización ligada al “nearshoring” que necesariamente implica mayores consumos de energía al tiempo que beneficia solo marginalmente la población mexicana.

El agotamiento de los hidrocarburos y su creciente impacto ambiental afectan la viabilidad y sostenibilidad de México. Para atender la crisis energética y ecológica es necesario repensar la política energética del país formulando un plan de salida gradual de la dependencia de combustibles fósiles, que actualmente representan todavía un 85% de la matriz energética nacional. Esto implica necesariamente una mayor participación de fuentes de energía no fósiles, pero como lo muestran varios estudios, es imposible que fuentes renovables puedan producir la cantidad de energía que se consume actualmente, además de que estas también tienen un impacto socio-ambiental significativo (Ferrari et al., 2024b). La baja densidad energética de las fuentes renovables, su dependencia de combustibles fósiles y de materias primas no renovables, y su limitación en proveer formas de energías no eléctricas imposibilitan mantener el sistema industrial de alto consumo energético. En el caso de México, para alcanzar la independencia energética, reducir el impacto ambiental y disminuir el riesgo de crisis procedente de la excesiva dependencia de Estados Unidos cualquier política de transición debería enmarcarse en escenarios de disminución del consumo energético, una reestructuración del sistema industrial y agroalimentario para reenfocarlo a las necesidades nacionales y una distribución más justa de los recursos, actualmente caracterizada por una enorme desigualdad en el consumo de energía y emisiones. Es importante insistir en que la disminución de los consumos energéticos no es un fin de por sí, sino una medida para conseguir una economía más sostenible y reducir el impacto ambiental; tiene además que acompañarse por una distribución más justa de los recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CIEP (2023), *La importancia fiscal de Pemex: Hacia la era post-petróleo*, en: <https://ciep.mx/neQW>
- Deniau, Yannick; Pérez Macías, Luis Fernando; Canales, Diana y Palacios, Rodrigo (2023), “El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 1: Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta”, *Plataforma Nacional Energía Ambiente y Sociedad (PLANEAS)*, Cuaderno temático 3, en: <https://conahcyt.mx/cuaderno-tematico-3/>
- Ferrari, Luca y Hernández Martínez, Diana (2024), “Sector hidrocarburos: evolución histórica, situación actual y escenarios sobre la soberanía energética”, en Ferrari, Luca; Masera, Omar y Straffon, Alejandra (coords.), *Transición Energética Justa y Sustentable en México*, CONAHCYT y Fondo de Cultura Económica.
- Ferrari, Luca y Flores Hernández, José Rafael (2024), *Geología mata economía: las metas incumplidas y el inicio de un nuevo declive de la producción petrolera mexicana*, en: <https://energia.org.mx/geologia-mata-economia-las-metas-incumplidas-y-el-inicio-de-un-nuevo-declive-de-la-produccion-petrolera-mexicana/>
- Ferrari, Luca y Hernández Martínez, Diana (2024a), “A 20 años del pico del petróleo en México: análisis del sector hidrocarburos e implicaciones para el futuro energético nacional”, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 41(1), pp. 66-86, en: DOI: 10.22201/cgeo.20072902e.2024.1.1770
- Ferrari, Luca; Masera, Omar; Ávila Calero, Sofía; Flores Hernández, José Rafael (2024b), “Límites de las fuentes renovables”, en Ferrari, Luca; Masera, Omar y Straffon, Alejandra (coords.), *Transición Energética Justa y Sustentable en México*, CONAHCYT y Fondo de Cultura Económica.
- Ferrari, Luca y Ocampo Téllez, Edgar (2018), “Tendencias globales en energía y perspectiva de México”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>
- SENER (2023), *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2023-2037*, en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2023-2037>

SEGUNDA SECCIÓN  
INDUSTRIA PETROLERA Y DEL GAS

## EL DECLIVE DE LOS HIDROCARBUROS PRESIONA LA TRANSICIÓN A ENERGÍAS RENOVABLES

POST SCRIPTUM\*

FABIO BARBOSA\*\*

En este texto comenzaremos ofreciendo una reseña sobre los sorprendentes resultados negativos que obtuvieron algunas grandes empresas petroleras –como Exxon, Chevron, Royal Dutch Shell, Total, China Offshore y otras– en las principales zonas de aguas profundas del Golfo de México e incluiremos las más recientes estadísticas de las reservas probadas de petróleo. Los temas anteriores nos permitirán apoyar la hipótesis de que, en el futuro inmediato, veremos en el sector de la energía un crecimiento importante de las fuentes renovables, una formulación que ya venían defendiendo muchos colegas del Consejo Nacional de Universitarios, aunque aquí nos referiremos más a la energía eólica y solo presentaremos algunas alusiones a la solar.

### LOS INESPERADOS FRACASOS EN LAS AGUAS PROFUNDAS

En 2015 y 2018 se realizaron las subastas para extraer petróleo en aguas profundas. En dos rondas se ofrecieron cuarenta bloques, uno de ellos fue retirado de inmediato porque amenazaba la industria turística de la península de Yucatán. Había tanta seguridad en que había una plétora de recursos petroleros en aguas profundas que apenas transcurrieron unos meses para iniciar la primera campaña que comprendió, en total 17 pozos, en tres cuencas. En dos de estas cuencas todos los pozos fracasaron, casi la mitad resultaron hoyos secos o encontraron solo agua y otro 30 por ciento

\* Post scriptum al capítulo “México: Nuevo país importador neto de hidrocarburos” (Barbosa, 2018).

\*\* Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

fueron reportados como “no comerciales”. En el caso del pozo Cholula, inicialmente reportado exitoso, tres años después la empresa lo devolvió. La noruega Statoil renunció a las áreas contratadas, sin siquiera perforar. Aunque algunas consultoras recomendaron moderar las expectativas, ni el peor de los pronósticos pudo acercarse a los catastróficos resultados. Además, los tres pequeños descubrimientos requieren precisiones para matizar las incertidumbres que los caracterizan.

Exxon protagonizó, con su socia Total, el primer gran fracaso en 2019, con el pozo explorador “Etzil”, que fue reportado como “hoyo totalmente seco”, en el área llamada Cinturón Plegado Perdido (CCP), las empresas devolvieron el bloque y Exxon abandonó nuestro país. En 2020 la Royal Dutch Shell cuyas expectativas eran lograr en esta etapa inicial, 900 mil barriles de aceite diarios, perforó durante los días más severos de la pandemia cinco pozos, todos fracasaron, algunos en profundidades extremas, de más de 7 mil metros.

Después de cuatro años la Shell decidió abandonar todos sus bloques en la que fue considerada la zona más prometedora, el CCP adyacente a la línea fronteriza con Estados Unidos. El 23 de noviembre de 2023, es decir una fecha muy reciente, la revista *Forbes* anunció: “Shell dice adiós a bloques petroleros en aguas profundas en México”. Uno de ellos había sido contratado en asociación con Pemex, y la Shell cedió sus derechos gratuitamente a México. Es muy importante precisar que no obstante los fracasos, tanto la Shell como la Chevron, se mantienen en la Cuenca Salina del Istmo, área gigantesca que corre desde el sureste del Golfo de México hasta bloques situados a más de 300 kilómetros al norte de la Península de Yucatán. Hemos adelantado algunas explicaciones sobre las causas de estas dificultades (Barbosa, 2020). Ahora, aunque sólo sean hipótesis, presentaremos algunas explicaciones sobre porqué algunas grandes petroleras internacionales se obstinan en mantenerse en la cuenca Salina. Los estudios realizados por las compañías extranjeras y el propio Pemex muestran decenas de estructuras con indicios en formaciones geológicas del Cretácico y el Jurásico que en esos confines aún no han sido tocados con la herramienta decisiva que es la barrena del perforador. Algunos de los indicios muestran que los aceites todavía pendientes de ser descubiertos son pesados, y hasta ultra pesados que tal vez solo en el futuro podrán incrementar su valor. Para concluir, las aguas profundas seguirán formando parte de las áreas prospectivas, como afirma el doctor Salvador Ortuño, comisionado de la CNH.

CUADRO 1  
POZOS PROFUNDOS PERFORADOS POR  
COMPAÑÍAS PRIVADAS EN MÉXICO, 2016-2022

Núm.	Fecha de inicio	Pozo	Compañía	Reporte	Cuenca y situación actual
1	Enero 2019	Etzil-1	Exxon y Total	“Totalmente seco”	Cinturón Perdido, el bloque fue devuelto
2	Febrero 2019	Cholula-1	Murphy y socios	Aceite y gas	Salina Profunda, aunque reportado exitoso, el bloque fue devuelto
3	Junio 2019	Yachilán-1	Carigali	Solo agua	Salina Profunda
4	Enero 2020	Chibú-1	Shell-Chevron	No comercial	Salina Profunda
5	Febrero 2020	Chinwol-1	Repsol	Aceite y gas	Salina Profunda
6	Marzo 2020	Polok-1	Repsol	Aceite y gas	Salina Profunda
7	Abril 2020	Ameyali-1	China Offshore	No exitoso	Perdido
8	Abril 2020	Max-1	Shell-Chevron	seco	Salina Profunda
9	Mayo 2020	Juum-1	Repsol	Solo agua	Cordilleras Mexicanas
10	Abril 2021	Chimali-1	Shell	seco	Perdido, fue devuelto el total del bloque
11	Abril 2021	Xakpun-1 exploratorio	China Offshore	seco	Perdido, el bloque fue cedido gratuitamente
12	Mayo 2021	Xuyi	Shell	seco	Perdido, fue devuelto el total del bloque
13	Agosto 2021	Xochicalco-1	Shell	No comercial	Perdido, fue devuelto el total del bloque
14	Agosto 2021	Chak-1	Repsol	seco	Salina Profunda
15	Agosto 2021	Naajal-1	Carigali	Aceite y gas	Salina Profunda
16	Julio 2022	Bakalar-1	Carigali	No comercial	Cordilleras Mexicanas
17	Septiembre 2022	Tulum-1	Murphy y socios	No comercial	Salina Profunda, fue devuelto el total del bloque

FUENTES: CNH (años 2016-2021) y Repsol (2020).

#### RESULTADOS EN LITORAL TABASCO

Desde su comienzo, el gobierno del presidente López Obrador impulsó un giro radical en la exploración. Pemex ya no invirtió en aguas profundas: la

actividad se concentró en el sureste, cerca de los litorales y en tierra, pero tampoco pudieron obtenerse descubrimientos significativos. Las ingentes inversiones lograron compensar la extracción y estabilizar las reservas probadas, pero no su esperado crecimiento, es decir, la reversión de la tendencia declinante. El cuadro siguiente nos muestra el comportamiento de las reservas probadas de petróleo crudo: el enorme esfuerzo sexenal apenas ha logrado estabilizar las cifras. Hay descubrimientos, tanto de los inversionistas privados como de Pemex, pero insuficientes para revertir la pendiente negativa. La situación debería ser conocida ampliamente para que la población pueda ir preparándose para una nueva etapa de un uso más racional, menos dispendioso de recursos petroleros que no son infinitos y del tránsito a fuentes renovables de energía.

CUADRO 2  
RESERVAS PROBADAS DE CRUDO  
MILES DE MILLONES DE BARRILES

2018	6.5
2019	6.1
2020	6.3
2021	6.1
2022	6.1
2023	6.2

FUENTE: CNH, años correspondientes.

Por la enumeración que hemos hecho apoya la hipótesis de que las energías renovables van a tomar un papel cada vez más importante. Pero es necesario que se conozca más ampliamente información sobre las modalidades del crecimiento que en dos décadas de desarrollo ha tenido la energía eólica.

#### LOS AVANCES DE LAS ENERGÍAS “LIMPIAS” Y RENOVABLES

A fines del siglo pasado se inició la generación de electricidad utilizando gas natural importado de Estados Unidos. Ahora, después de tres décadas, los complejos eléctricos de ciclo combinado, como se llama a los que utilizan gas –reputado erróneamente como energía<sup>1</sup>–, son la más importante fuente de generación del vital fluido eléctrico. Este proceso, siguiendo las reglas del mercado, provocó desequilibrios regionales y hoy tenemos zonas sobre ofertadas y otras sufriendo apagones o en riesgo de tenerlos. Desde luego se privilegió el abasto a las ramas o zonas

industriales más dinámicas, como la automotriz, las maquilas en la frontera norte, los parques industriales del Bajío, etcétera. En relación con las importaciones de gas, en trabajos recientes intentamos explicar que Estados Unidos es un proveedor de corto plazo. Porque aunque tiene un gran volumen de extracción, su elevado consumo hace que sus excedentes para exportar apenas rebasen el 15% de su producción total, que ya se encuentra en producción de meseta, es decir estabilizada, oscilando en sus topes máximos (Barbosa, 2024).

Regresando a las principales fuentes renovables de energía, cabe señalar que la eólica y la solar han tenido un despliegue no tan escaso. A la fecha tenemos 71 parques eólicos dispersos en 15 estados y 50 solares. El área más importante del potencial eólico en México, se concentra en tres o cuatro municipios al sur del Istmo de Tehuantepec. Después de 30 años, hoy se encuentran bajo el control de empresas internacionales estadounidenses y españolas que cooptaron funcionarios desde la Presidencia de la República hasta los comisarios ejidales. No se desarrollaron siguiendo un patrón demográfico, sino privilegiando los mejores clientes. Puede haber zonas del país con déficit de energía, pero las fábricas de cerveza como la popular “corona” del Grupo Modelo, en Orizaba y Córdoba generan su consumo de energía en parques eólicos que sigilosamente se han instalado en los escarpes de la Sierra Madre Oriental. En este año de 2024 la eólica y la solar ya generan 20% de la oferta nacional de electricidad. Los industriales de este sector que inicialmente pretendían cubrir el 40% de la oferta total, ya están cabildeando y han ofrecido participar en la construcción si no de las ampliaciones de la red de transporte si en las interconexiones.

Es necesario que los líderes empresariales comprendan que la transición energética requiere aprovechar todas las fuentes primarias de energía: rehabilitar presas, considerar el gran potencial hoy sub utilizado de las minihidráulicas, y especialmente reordenar la ubicación de algunos parques eólicos que han invadido espacios agrícolas y ganaderos. Según las dimensiones de las aspas, las bases de las torres en cuya parte superior se instala el aerogenerador requieren distancias entre media y una hectárea. Así, terrenos de cultivo han sido desplazados por estructuras de cemento; y lo mismo ocurre con caminos y otras construcciones. Especialmente grave es este problema en algunas comunidades del Istmo de Tehuantepec, donde muchos estudios han descrito con detalle las argucias legales y la violencia sufridas por las comunidades campesinas, que hoy denuncian despojo de sus terrenos y desalojos masivos de población. La transición energética no puede replicar las formas como la industria petrolera arrasó con actividades primarias, como la pesca.

En el estado de Morelos los agricultores demandan no solo detener la forma depredadora de crecimiento de la planta de ciclo combinado a base de gas en Huesca, cerca de Cuautla, de la que piden su reubicación al río Atoyac, para recuperar el agua que les quitaron y que ha causado, solo en el corto tiempo que lleva operando, la pérdida de la mitad de su cosecha y de miles de empleos de peones que migraban desde Guerrero a levantarla, hasta dos veces al año, en esa generosa tierra morelense.

Constatamos problemas similares, después de veinte años de expansión de las plantas regasificadoras en la región Pacífico Norte, tanto en las costas de Ensenada, Baja California Norte donde hay destrucción de las actividades pesqueras y del turismo, como en el Golfo de California desde Puerto Libertad, en Sonora, hasta Topolobampo, Sinaloa. En suma, una expansión sin planificación, en la que trasnacionales como IEnova cuya sucursal en México es Semptra, dirigida por un ex director de Pemex, controlaron no solo a los políticos sino hasta jueces, han construido un bastión que imposibilita la tarea de mantener y recuperar las áreas pesqueras y las actividades turísticas en una región del Pacífico única en el mundo por su diversidad.

#### A MANERA DE CONCLUSIÓN

El país está ingresando a una nueva situación en la que la expansión de nuevos proyectos energéticos ha desatado una competencia por el agua. Considerando que la producción petrolera se encuentra en declive irreversible, deben realizarse modificaciones constitucionales para que la exploración y extracción petroleras no continúen con la prelación que tuvieron en la época del auge petrolero hace medio siglo. Igualmente prioritarias son la agricultura y otras actividades primarias. Una enmienda constitucional favorecerá la permanente lucha por el respeto a zonas de pesca, ahora con dedicatoria a los estados ribereños de la costa del Pacífico cuya defensa nos permitiría intentar avanzar hacia la autonomía alimentaria.

#### NOTAS

<sup>1</sup> Sus turbinas utilizan ingentes volúmenes de agua que es devuelta al mar en los casos de las plantas del Pacífico Norte, o al Golfo de México, en las de Tuxpan. El agua turbinada se arroja a los ríos en el caso de los complejos potosinos o en el de Cuautla. Los ejidatarios morelenses califican este líquido como “agua muerta”, y piden relocalizar la central. Los potosinos se quejan de que su riego disminuye a la mitad el tamaño de sus mazorcas y de deformaciones en las frutas cosechadas. Nosotros consideramos que además de reforzar y mejorar los filtros, es necesario reducir drásticamente las importaciones de gas provenientes de Estados Unidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbosa, Fabio (2018), “México: nuevo país importador neto de hidrocarburos”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>
- Barbosa, Fabio (2022), “Notas sobre la situación actual de la exploración petrolera en México, 2016-2021”, en Sánchez Vargas, Armando; Ramírez López, Berenice y Nava Bolaños, Isalia (coords.) *Nuevos horizontes económicos. Propuestas para México*, tomo II, México: IIEc. UNAM.
- Barbosa, Fabio (2024), *Los gasoductos vacíos*, México: Libertad bajo palabra, p. 120, en: <http://libertadbajopalabra.mx/books/los-gasoductos-vacios/>
- CNH (2016-2021), *Reporte de Actividad exploratoria*.
- REPSOL (2020), *Repsol realiza dos importantes descubrimientos de petróleo en México*, en: <https://www.repsol.com.mx/es/prensa/notas-de-prensa/2020/2019-1010/index.cshhtml#:~:text=Repsol%20ha%20realizado%20dos%20importantes,estados%20de%20Veracruz%20y%20Tabasco.>

## ¡(NO) HUELE A GAS! PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE GAS EN MÉXICO

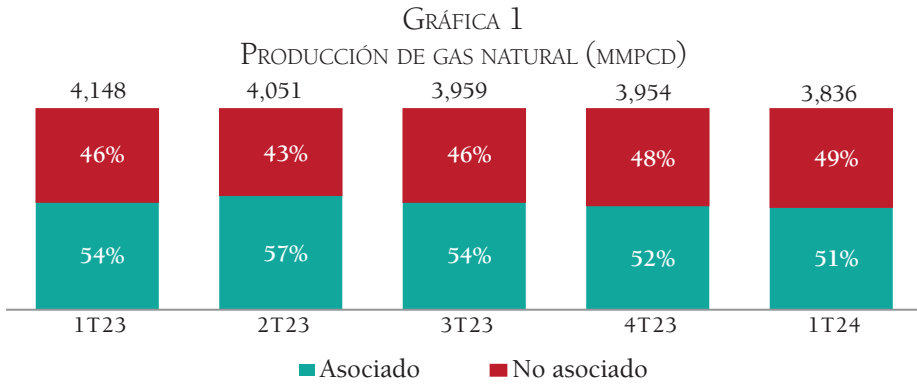
FLUVIO RUÍZ ALARCÓN

A finales de los años setenta del siglo pasado, la combinación de la profundidad intelectual y agudeza crítica del ingeniero Heberto Castillo, con el sentido del humor y capacidad pedagógica de Eduardo del Río, “Rius”, dio como uno de sus mejores frutos, un libro de lectura obligada en esos años (y de relectura en estos): *¡Huele a Gas! (los misterios del gasoducto)*. En el libro se cuestiona duramente la lógica extractivista que desde el sexenio de José López Portillo ha estado en la base de la política petrolera del país. También lo que el ingeniero Castillo consideraba el malbaratamiento de nuestra riqueza gasífera, en lugar de utilizarla para impulsar decididamente a la industria petroquímica.

De entonces a la fecha, mucho ha cambiado el panorama del gas natural en nuestro país. De ser considerado casi como un mero subproducto de la explotación petrolera, el gas natural se ha convertido en el componente más importante del consumo primario de energía, en el que representa el 53%. En contraste, tras haber alcanzado su pico de producción en el año 2009, con un volumen de 7,031 millones de pies cúbicos diarios (MMdpcd), esta se ha caído hasta los 3,836 MMdpcd reportados por Pemex para el primer trimestre de 2024. De esta cantidad, 1,956 MMdpcd fueron de gas asociado y el resto, 1,880 MMdpcd de gas no asociado.

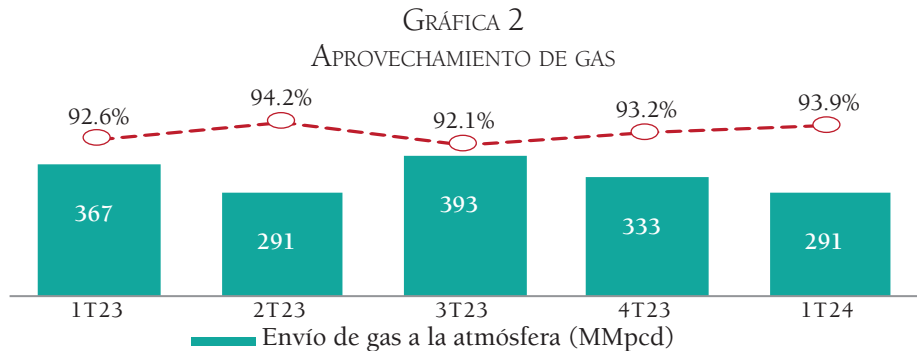
El resultado de esta dinámica ha sido que en la actualidad, ya descontando el volumen de gas que se quema por falta de infraestructura, la producción nacional de gas solo cubre alrededor del 35% de una demanda que supera los 8,500 MMdpcd. Si sustraemos del balance, el volumen empleado en los procesos de Pemex, la proporción de las importaciones en el consumo nacional de gas supera el 90%. Si además consideramos que Estados Unidos es prácticamente el único origen de dichas importaciones,

la vulnerabilidad de nuestro país se vuelve muy evidente, desde cualquier punto de vista.



FUENTE: Elaboración propia con base en Pemex, *Datos abiertos*.

Un elemento que agudiza nuestra vulnerabilidad, es la cantidad de gas producido que no tiene más destino que iluminar el horizonte de las zonas productoras. En efecto, desde el primer trimestre del año 2019, hasta el mismo trimestre de 2021; el envío (quema) de gas a la atmósfera tuvo un crecimiento sostenido, pasando del 5.1% en el primer trimestre indicado, al 14.9% del gas extraído en el segundo. El volumen de gas enviado a la atmósfera en el transcurso de esos dos años, pasó de 243 a 712 MMpcd. Es decir, aumentó en un dramático 193%. Posteriormente, Pemex ha realizado inversiones en infraestructura para disminuir la quema de gas. Sin embargo, como se puede ver en la siguiente gráfica, éstas han sido insuficientes para cumplir con la norma que establece que el límite máximo de envío de gas a la atmósfera debe ser del 2% del total producido:



FUENTE: Elaboración propia con base en Pemex, *Datos abiertos*.

Los niveles de quema de gas siguen siendo preocupantes, tanto por la pérdida de valor, como por los efectos medioambientales que implican. Urge realizar todas las inversiones necesarias en infraestructura para contener esta quema de gas, aún a costa de una disminución temporal de la producción de crudo.

Es evidente la urgencia de que el gobierno y Pemex diseñen una estrategia nacional para asegurar el abasto de gas natural al país. El país, hoy, no huele suficientemente a gas.

Se requieren medidas institucionales, fiscales, regulatorias e inversión en proyectos de infraestructura en transporte y almacenamiento. No basta con incrementar el volumen de producción gasífera en el país: Pemex tendría que adoptar una estrategia de producción en el exterior, así como invertir en plantas separadoras de nitrógeno para disminuir la quema de gas. Vale la pena evaluar con seriedad la propuesta de crear una subsidiaria centrada en la producción de gas, así como la iniciativa de reforma legal para diferenciar el pago del DUC entre hidrocarburos y gas natural no asociado, de tal manera que este pueda ser extraído, al menos, sin pérdidas para Pemex. En general, sugieren las siguientes propuestas para reducir nuestra vulnerabilidad en materia de gas natural:

- Recuperar la visión de largo plazo en la toma de decisiones de inversión de Pemex.
- Darle la importancia debida a la planeación.
- Revisar y fortalecer el Sistema Nacional de Planeación Democrática.
- Implementar una política industrial de largo aliento.
- Fortalecer la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos; definiendo con claridad el papel de las universidades y centros de investigación del sector.
- Invertir en plantas separadoras de nitrógeno ya que resulta imperativo disminuir rápida y substancialmente la quema de gas.
- Construir la infraestructura necesaria para aprovechar el gas asociado en campos maduros y disminuir la quema de gas.
- Llevar a cabo un debate serio e informado en torno a los riesgos y beneficios de explotar los yacimientos no convencionales de gas.
- Analizar, en particular, la posibilidad de explotar los yacimientos no convencionales en las cuencas de Burgos, Sabinas, Tampico-Misantla y algunos sitios de las cuencas del sureste (Macuspana, por ejemplo).
- Intensificar el esfuerzo exploratorio en campos profundos en tierra, en la zona de Veracruz aledaña al yacimiento de Ixachi.
- Continuar la exploración en aguas profundas frente a las costas de

Veracruz, aprovechando la existencia del Centro de Investigación del IMP en Boca del Río.

- Revisar el régimen fiscal de los proyectos gasíferos del país. En particular la regalía aplicable, la tasa del Derecho de Utilidad Compartida, los límites de deducción y la eventual introducción de un porcentaje de recuperación de costos en favor de Pemex (como el que reciben quienes obtuvieron contratos de producción compartida en las licitaciones del gobierno de Peña Nieto).
- Analizar la pertinencia de crear una subsidiaria de Pemex para la extracción de gas natural.
- Impulsar la actividad de Pemex en el extranjero con el objetivo de dar mayor seguridad de abasto de gas a nuestro país.
- Adquirir, asimilar y desarrollar las tecnologías de secuestro y almacenamiento de carbono.
- Incrementar nuestra capacidad de almacenamiento de gas en cavernas de sal o yacimientos abandonados de crudo.
- Hacer un uso creciente de los hidrocarburos como materia prima para la petroquímica.
- Utilizar energía limpia en vez de fósil en los procesos de las instalaciones petroleras.
- Limitar a estándares técnicos permisibles la quema y venteo de gas.

Con estas y otras medidas, nuestro país podría ir reduciendo la enorme dependencia que hoy tiene del gas estadounidense y sentar las bases para garantizar su abasto de un energético fundamental para el desarrollo industrial y, en particular, para la recuperación de la industria petroquímica nacional.

# REFINACIÓN DE PETRÓLEO EN MÉXICO DURANTE EL GOBIERNO DE AMLO

DANIEL ROMO RICO\*

Este trabajo analiza la situación de la refinación en México con el objetivo de identificar sus principales retos en el escenario actual y contribuir a la formulación de políticas públicas en la materia. Para ello, se realiza una revisión general del desempeño de la refinación a nivel global. En seguida se analiza el desempeño de esa actividad en México, particularmente en la etapa posterior a la reforma del sector energético en 2013. Finalmente, se identifican los principales retos que enfrenta la refinación nacional que deben atenderse durante los siguientes años.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Durante el periodo 2010-2018 la economía mundial registró un crecimiento por arriba del 3.5% en promedio anual, alentada por un desempeño positivo de las economías en vías de desarrollo y en menor medida por las más desarrolladas. Hacia mediados del 2019, se registraron indicios de desaceleración que se agudizaron con la llegada de pandemia del Covid-19 en 2020. Si bien el proceso de recuperación fue relativamente rápido, se gestó en el contexto de elevada inflación, y de políticas monetarias restrictivas que llevaron a elevar las tasas de interés. Los flujos de comercio se afectaron y en particular las denominadas cadenas de suministro.

A excepción del 2020, el consumo de energía se elevó a nivel global en el periodo 2010-2022, particularmente en las naciones menos desarrolladas. Ese desempeño se realizó en el contexto de las acciones adoptadas para acelerar la transición energética y de las presiones para alinearse al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2024), pero

\* Investigador SEPI-ESIA, Ticomán-Instituto Politécnico Nacional.

también de importantes tensiones geopolíticas: las derivadas de las divergencias económicas y políticas China-Estados Unidos, la invasión rusa a Ucrania (2022) y la guerra en la Franja de Gaza (2023).

La demanda global de petróleo también fue creciendo desde inicios de la década pasada, aunque a un menor ritmo que la economía, por efecto de las políticas de eficiencia energética en las naciones desarrolladas, primordialmente, y el reemplazo paulatino del combustóleo en la generación de electricidad. Hacia el año 2022, el consumo de petróleo alcanzó 97.3 millones de barriles por día (mmbd) contra 86.6 mmbd hacia 2010, en un mercado en donde los precios mostraron un comportamiento volátil. Durante los primeros cuatro años de la década pasada se ubicaron en promedio en alrededor de los 90 dólares por barril y a partir de finales del 2014 observaron una disminución por la debilidad en la demanda, que se prolongó hasta fines del 2017. Sin embargo, el periodo más complicado ocurrió con la pandemia, cuando ante la disminución en la demanda, los crudos internacionales se cotizaron en valores negativos, para recuperarse a partir de 2021, apoyados por las políticas del grupo de la OPEP+ (que además de los miembros de la OPEP incorpora a Rusia, Kazajistán, Azerbaiyán, Malasia, México, Bahrein, Brunéi, Omán, Sudán y Sudán del Sur).

A nivel global, la refinación de petróleo ha continuado su crecimiento, alentada por el ritmo de la actividad económica, reafirmando su relevancia e impacto sobre diversos temas, entre otros los de política económica (Llop y Arauzo-Carod, 2023). La capacidad total de refinación alcanzó casi 102 mil millones de barriles por día hacia el año 2022, 5% más que la observada en 2012 (BP, 2023), y se espera que siga elevándose hacia mediados del 2025 cuando al menos 83 refinerías iniciarían a nivel global (Expansión, 2022). La refinación del petróleo es un negocio de largo plazo, intensivo en capital, con altos costos hundidos, márgenes de ganancia estrechos y volátiles, en los que la configuración de las refinerías juega un papel relevante (Kim, 2015).

Por regiones, Asia-Pacífico continuó siendo la que mayor capacidad de refinación ha añadido, particularmente China, que tiene planeadas adiciones para constituir la de mayor capacidad hacia mediados de este siglo (MordorIntelligence, 2022). La India es otra nación que por su ritmo de crecimiento económico ha añadido capacidad adicional. El otro jugador relevante en esa región ha sido Corea del Sur. Esas naciones son importadoras de petróleo. Otra región que está jugando un papel relevante en la adición de nueva capacidad de refinación es Medio Oriente ante el cambio en la estrategia de ser exportadores de petróleo crudo a comercializar productos derivados, entre las naciones más relevantes con capacidad

de refinación están Arabia Saudita, Irán y Emiratos Árabes. Europa por su parte tiende a cerrar plantas al igual que Latinoamérica. En cambio, Estados Unidos se ha concentrado en la actualización de muchas de sus refinерías, la incorporación reducida de nueva capacidad y el cierre de algunas, pero es la de mayor capacidad de refinación a nivel global (tabla 1).

TABLA 1  
NACIONES CON MAYOR CAPACIDAD DE REFINACIÓN EN EL MUNDO  
MILES DE BARRILES POR DÍA

<i>País</i>	<i>1980</i>		<i>2000</i>		<i>2022</i>	
Estados Unidos	18,620	23.4%	16,568	20.0%	18,061	17.7%
China	1,972	2.5%	5,908	7.1%	17,259	16.9%
Rusia	6,802	8.6%	5,521	6.7%	6,821	6.7%
India	557	0.7%	2,219	2.7%	5,045	5.0%
Corea del Sur	608	0.8%	2,316	2.8%	3,363	3.3%
Arabia Saudita	700	0.9%	1,798	2.2%	3,312	3.3%
Japón	5,643	7.1%	5,010	6.0%	3,164	3.1%
Subtotal	34,902	43.9%	39,341	47.5%	57,025	56.0%

FUENTE: Elaboración propia con datos de BP (2023).

## MÉXICO Y ECONOMÍA E INDUSTRIA PETROLERA

La economía mexicana mostró un comportamiento complicado en los últimos años, influenciado por el efecto originado por la pandemia del Covid-19 en 2020, que no sólo propició una reducción en la actividad productiva, sino que alteró la dinámica de las cadenas productivas y se constituyó una de las fuentes de inflación y la instrumentación de una política monetaria por parte de las autoridades monetarias. Ello en un entorno de la aplicación de una política fiscal restrictiva. Así, después de un crecimiento promedio de 2.5% anual entre 2013-2018, se pasó a una caída del PIB entre 2019 y 2020 (INEGI, 2024). La normalización de las actividades productivas fue relativamente rápida a partir del 2021, y con ello la recuperación en el consumo final de energía en los sectores residencial, agropecuario y autotransportes (diésel y gasolinas: D y G) (SENER, 2024).

La política energética aplicada desde 2018 propuso cambios que no se alineaban a los argumentos promovidos en la reforma energética del 2013. El eje de los criterios definidos en el programa de gobierno se plasmó en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (Poder Ejecutivo Federal, 2019) que entre sus lineamientos contempló el rescate del sector energético.

El año siguiente se publicó el Programa Sectorial de Energía 2020-2024 en donde se planteó la meta de la autosuficiencia energética, el fortalecimiento de las empresas productivas –Pemex y CFE–, y se le asignó al sector energético un rol prioritario en el impulso del desarrollo nacional (Secretaría de Energía, 2020).

La perspectiva de consumo futuro de los combustibles ligeros derivados del petróleo se prevé siga elevándose en virtud del crecimiento del parque vehicular de autos convencionales, el cual se robustece con los nuevos y los usados importados ilegalmente de Estados Unidos, que el gobierno ha regularizado en los últimos años. De tal manera, el consumo del diésel y gasolina, prevalecerán de manera relevante, al menos hasta mediados de este siglo, como demuestran los escenarios elaborados por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2024).

#### LA REFINACIÓN EN MÉXICO Y EL CAMINO HACIA SU RESCATE

La elaboración de productos petroleros en las refinerías en Pemex fue una de las actividades de mayor reconocimiento hasta los ochenta. Contaba con la infraestructura que abasteció al mercado interno y con tecnología que fue desarrollada por el Instituto Mexicano del Petróleo, la cual fue comercializada en otras naciones de Latinoamérica. Los problemas financieros gubernamentales y una política petrolera concentrada en la explotación del Cantarell, en el contexto de políticas de mercado, que entre otras incentivó la menor participación de la empresa pública en la economía, explican la insuficiencia de inversión en la refinación en los años siguientes. No se constituyó capacidad adicional, al contrario: cerró la refinería de Azcapotzalco en 1991, y se limitó el mantenimiento de la infraestructura. Pese a ello, México era prácticamente autosuficiente en el abasto de refinados ligeros hasta mediados de los noventa, pues sólo se importaban volúmenes limitados de gasolina.

Las unidades de Madero, Cadereyta y Minatitlán fueron sujetas de reconfiguración entre finales de esos noventa e inicios del siglo, pero la mala gestión y corrupción no mejoraron su operación. En 2009, se anunció la posibilidad de construir una nueva refinería en el área de Tula, Hidalgo, para la cual se gastaron alrededor de 620 millones de dólares, pero el proyecto fue cancelado en 2014.

En paralelo se llevó a cabo una reducción a la inversión a la refinación, por efecto de los menores precios del petróleo crudo y la complicada situación financiera del gobierno y también de Pemex. Luego de promediar 1,700 millones de dólares (mmd) en el sexenio 2007-2012, y alcanzó

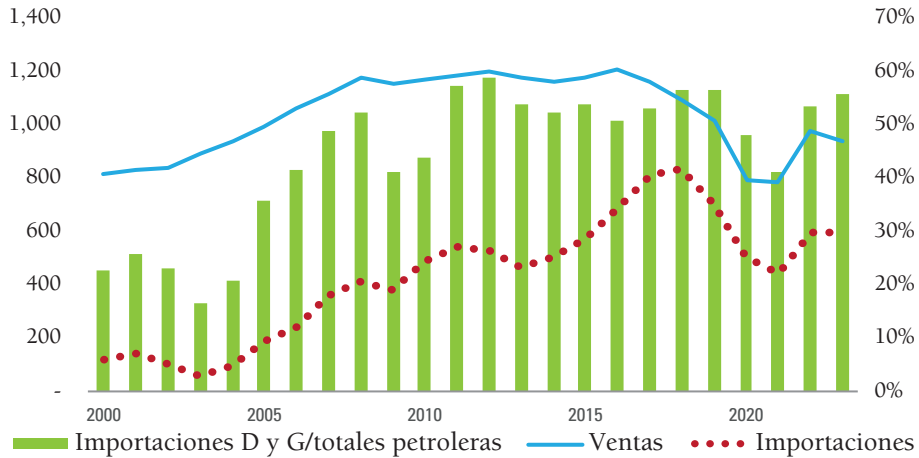
montos cercanos a 2,500 mmd entre 2013 y 2014, se inició una etapa de menores inyecciones de inversión en refinación, que hacia 2018 se ubicó en 745 mmd (Pemex, 2017).

Con la reforma energética de diciembre del 2013, se ofreció la posibilidad de que las empresas privadas operaran en las actividades de refinación. El objetivo era elevar la oferta de combustibles y asegurarán la confiabilidad en el suministro a precios competitivos. La apertura de la refinación a la iniciativa privada no arrojó los resultados previstos, pues no se construyó capacidad adicional. Las oportunidades de participación de las compañías privadas se centraron en la oferta de servicios a Pemex Refinación. Destacó un contrato de suministro de hidrógeno cedido a la empresa Air Liquide México, S. de R.L. de C.V. en 2017 en las instalaciones de Tula.

Al dejarse solo a Pemex la responsabilidad de la refinación de petróleo, se instrumentaron acciones poco robustas para su fortalecimiento. En la segunda mitad de la década pasada, las inversiones se aplicaron a la modernización de algunas plantas en aras de mejorar la calidad de los combustibles, instalación de trenes energéticos en Minatitlán y Cadereyta y el inicio de la reconfiguración de la unidad de Tula. Las reconfiguraciones planeadas a inicio del sexenio (2012-2018) de Salina Cruz y Salamanca fueron postergadas. No se llevaron a cabo nuevas adiciones en la capacidad de refinación. Se continuaron los problemas de mantenimiento, paros en las plantas tanto por problemas operativos como de logística, ya que no se alimentaban las refinerías con la mezcla adecuada de crudo, ni se contaba con la capacidad de almacenamiento para desfogar el combustible elaborado, que no podía ser colocado en el mercado. La Comisión Federal de Electricidad sólo consumía una parte de ese combustible, y el resto tenía que ser exportado a precios poco competitivos, pero tampoco se contaba con la infraestructura para ello. Así al cierre del 2018, el panorama de la refinación en México era complicado en términos de su capacidad de abasto al mercado interno y eficiencia operativa, situación que se agudizaba con la creciente tendencia en el robo de combustible en los ductos. La capacidad de destilación primaria llegó a un mínimo de casi 38%. El volumen de petróleo crudo procesado fue disminuyendo a través de los años en todas las refinerías e institucionalizando las pérdidas en esa área de negocios de la petrolera estatal.

En contraste, el consumo de gasolina, diésel y turbosina se fue elevando año tras año hasta fines de la década pasada, constituyéndose en una fuente de pérdida de divisas, dada la necesidad de abastecer el mercado con importaciones (véase gráfica 1).

GRÁFICA 1  
MERCADO DE PETROLÍFEROS EN MÉXICO

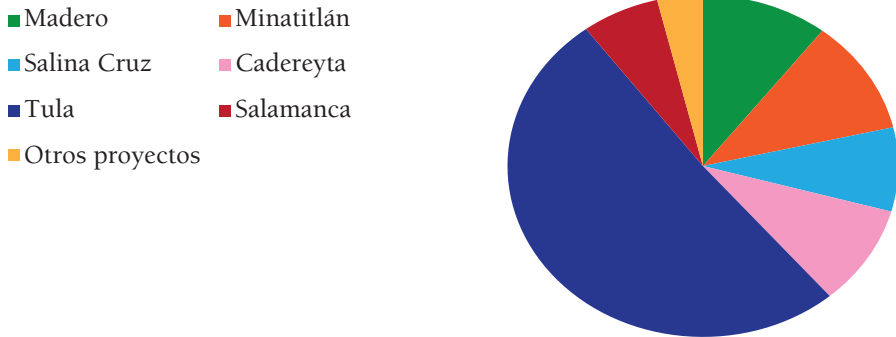


FUENTE: Pemex e INEGI (2024).

La llegada de un nuevo gobierno a finales de 2018 con una concepción nacionalista dio un rol protagónico a Pemex y fijó la meta de propiciar la autosuficiencia energética. No obstante, las condiciones financieras, los retos operativos, técnicos y de gestión en la petrolera estatal, junto con el poco margen de maniobra de la política fiscal restrictiva adoptada, se constituían en elementos de freno que no detuvieron las acciones de apoyo a la refinación. Las acciones más relevantes para rescatar esa actividad en la petrolera estatal, que ya en ese 2018 implicaba niveles históricos de importaciones de petrolíferos de 30.2 miles de millones de dólares (mmd) de las que el 92% eran derivados ligeros, fueron las siguientes:

Se canalizaron recursos adicionales de inversión para elevar la capacidad de refinación y el relanzamiento de las capacidades en las refinerías existentes. En el primer caso, se anunció la construcción de una nueva refinería denominada Dos Bocas, en el municipio de Paraíso, Estado de Tabasco con una capacidad de 340 mil barriles por día. Al cierre del 2023, se habían invertido 17 mil millones de dólares (mmd) versus los 8 (mmd) inicialmente presupuestados. Aunque las pruebas de operación iniciaron en ese año, su plena operación se estima ocurra durante el segundo semestre del 2024. En 2022, Pemex adquirió el 50.005% de la participación accionaria de la refinería de Deer Park, ubicada en Houston, Texas, que era propiedad de la petrolera Shell, añadiéndose capacidad de refinación de 340 mbd de la que al menos dos terceras partes estaba orientada a la elaboración de petrolíferos ligeros.

GRÁFICA 2  
INVERSIONES EN PROYECTOS DEL  
SISTEMA NACIONAL DE REFINACIÓN: 2019-2023



FUENTE: Pemex (2024).

Durante 2019-2023, se invirtieron alrededor de 5.3 (mmd) en el SNR, de los que más de la mitad se canalizaron en la unidad de Tula; y el 46% en el resto de las refinerías en Madero, Minatitlán, Salina Cruz, Cadereyta y Salamanca (gráfica 2). Destacaron las inversiones relativas a la rehabilitación del SNR y el aprovechamiento de los residuales en Tula. En 2023, se declaró de interés público el suministro de hidrógeno, por lo que la planta productora de ese gas cedida a los empresarios privados en la refinería de Tula se devolvió a propiedad de Pemex en 2024.

La situación del negocio de la refinación en México era complicada hacia finales del año 2023. Ello en un contexto donde la economía global crecía y observaba menores niveles inflacionarios y los conflictos geopolíticos continuaron consolidando un mercado petrolero con nuevas y modificadas relaciones de intercambio comercial. Estados Unidos continuaba elevando su producción petrolera con una robusta capacidad de refinación. El precio del petróleo crudo West Texas Intermediate se ubicó en niveles superiores a los 70 dólares por barril. La demanda de derivados del petróleo en México se recuperaba, ante el empuje del mercado interno y de las inversiones –alentadas, entre otros factores por el *nearshoring* y la aceleración de la conclusión sexenal de obras–. No se aumentaron los precios al consumidor de D y G en términos reales, y la petrolera estatal no incurrió en general en minusvalías por importación, como ocurrió antes de la liberalización de los precios de esos combustibles a inicios del 2017.

Por su parte, Petróleos Mexicanos continuaba enfrentado un sinnúmero de retos, entre los que destacaban: sanear su situación financiera que mantenía un elevado nivel de apalancamiento, con vencimientos de deuda

relevantes en el mediano plazo; problemas de liquidez; retos para ampliar su plataforma de producción de hidrocarburos, descubrir nuevos campos y detener la depleción de sus grandes yacimientos, entre los más significativos en exploración y producción; optimizar y utilizar infraestructura ociosa a lo largo de las actividades de su cadena de valor, ejemplo en petroquímica y ductos; gestionar el conjunto de operaciones realizadas en un entorno de participación de grupos de interés con demandas diversas y contrastantes, como el sindicato, las presiones empresariales por limitar su poder monopólico y las manifestadas por las calificadoras de deuda por mejorar su situación financiera; atender los compromisos que el gobierno mexicano adoptó en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y operar de una manera transparente y sin corrupción.

TABLA 2  
INDICADORES RELEVANTES DE LA REFINACIÓN EN MÉXICO POR SEXENIO  
MILES DE BARRILES POR DÍA EN PROMEDIO

<i>Concepto</i>	2007-2012	2013-2018	2019-2023	2023
Capacidad instalada en Refinación	1,540	1,657	1,640	1,640
Proceso petróleo crudo	1,229	959	700	792
Cadereyta	195	149	113	119
Madero	136	87	79	76
Minatitlán	163	121	98	116
Salamanca	185	164	107	113
Salina Cruz	272	222	157	178
Tula	278	216	146	191
Elaboración productos refinados	2,169	998	717	808
Vol. ventas petrolíferos	1,421	1,651	1,078	1,146
Elab. gasolina/ventas gasolina	70%	37%	36%	39%
Elab. diésel/ventas diésel	105%	53%	50%	47%

FUENTE: Elaborado con datos de Pemex (2024).

Al cierre del 2023, los logros significativos en el SNR, que han modificado su tendencia de deterioro fueron: el aumento en la utilización de la capacidad de refinación, que permitió la reducción paulatina de las compras al exterior; incremento en la capacidad de procesamiento, pues sumando las capacidades de refinación en México y las de su refinería en Estados Unidos, la petrolera podría procesar hasta 2,320 mbd; avances en la rehabilitación de plantas y modernización de equipos; mejores márgenes de refinación en el SNR, en comparación con el sexenio previo por efecto del comportamiento de los precios de los refinados en la costa norte del Golfo de México y de las mejoras en el rendimiento de los destilados, y se lograron mejores niveles en el almacenamiento de combustibles hasta 17 días (Milenio, 2024).

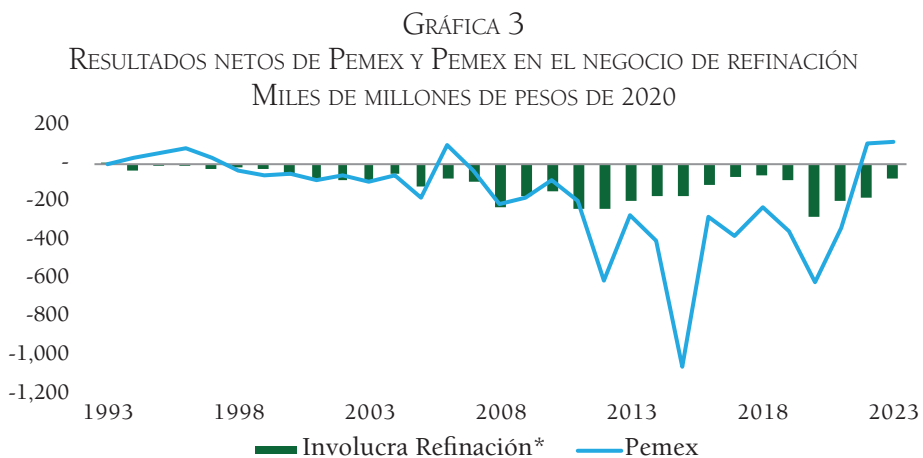
No obstante, también se han preservado un conjunto de retos al cierre del año 2023. Entre los más relevantes por atender en el corto y mediano plazos están los siguientes:

- Aumentar la elaboración de petrolíferos que se ubicó por debajo de los niveles de inicio de 2018. En particular, no se alcanzó el nivel de elaboración de diésel y gasolinas y, por ende, continuó su importación, aunque en menores volúmenes en promedio. Con las inversiones en rehabilitación en el SNR y la operación de la Refinería Olmeca, se podría observar una paulatina recuperación en la utilización de la capacidad de producción y elevar los volúmenes de los petrolíferos elaborados.
- Pemex continuó reportando problemas en la ejecución de proyectos y retrasos en la conclusión de obras, que amén de impedir la generación de ingresos potenciales, redundan en aumento en los costos de los proyectos y la utilización de recursos financieros, que son uno de los principales problemas estructurales que enfrenta Pemex dada su compleja situación financiera. Algunos de los retrasos más relevantes al cierre del 2023 fueron:
  - La puesta en marcha de la refinería de Dos Bocas, que lleva al menos un año sin iniciar operaciones respecto a lo programado;
  - La conclusión de la reconfiguración de la refinería de Tula que en principio se planeaba concluir en el año 2022;
  - Existe retraso en el compromiso de la elaboración de diésel de ultra bajo azufre, que contrastó con los avances en el caso de las gasolinas de alto bajo azufre.
- A pesar de los avances en la rehabilitación de refinerías, la capacidad de utilización se situó en 49% versus 90% en Estados Unidos (Energy Information Administration, 2024).
- Se preservó el problema de los volúmenes elaborados de combustóleo, que representó 32.2% del total de petrolíferos procesados y que por sus cualidades contaminantes ha sido sujeto a menor demanda y constituía uno de los problemas operativos, lo que originó el elevar sus envíos al exterior, particularmente entre 2021 y 2023.
- Las mezclas de alimentación a las refinerías continuaron siendo un área de mejora en el SNR.
- Los niveles de emisiones de GEI se han cuestionado y están sujetos a presiones de grupos ambientalistas, particularmente en las refinerías de Cadereyta, Salamanca y Tula. Por ello es conveniente perfilar acciones para abatir la contaminación emanada de las operaciones de la refinación, mediante el uso de técnicas de captura de carbono, un mayor

uso del hidrógeno, el empleo de los biocrudos, entre otras (Gregory y Geels, 2024).

- A pesar de los avances, se preserva el reto de evitar el robo de combustibles, pues durante 2023 se hurtaron 4.7 millones de barriles, un nivel similar al promedio a los dos años previos.
- La petrolera estatal mantenía en general la subutilización en su red de ductos, pero existe un faltante de esa infraestructura en algunas regiones. Pese a que el transporte de refinados es más económico que otras alternativas, la apuesta de la petrolera estatal se centró en el transporte por pipas.
- Pemex continuó perdiendo participación de mercado en la distribución de diésel y gasolina. A finales del 2018, operaban bajo su franquicia 9,930 estaciones de servicio. Al cierre de diciembre de 2023, estas sumaron 7,201 de las cuales, el 6.2% eran propiedad de Pemex Transformación Industrial (estaciones de servicio de autoconsumo). Además 1,117 estaciones de servicio operaron bajo el esquema de sublicenciamiento de marca (Pemex, 2024).

Ante el cúmulo de retos acumulados, el negocio de la refinación en Pemex se mantuvo como un negocio no rentable, lo que prolongó esa tendencia prácticamente desde que la estructura corporativa de la empresa se dividió en subsidiarias a principios de los noventa. Esto no sólo agudiza la situación financiera de la petrolera estatal, sino que plantea la disyuntiva de que se concentre más en las actividades de exploración y explotación.



\* Pemex Refinación hasta 2015, después Pemex Transformación Industrial.

FUENTE: Pemex (2020).

## REFLEXIONES FINALES

El consumo de petrolíferos continuará elevándose en los siguientes años en el país ante la perspectiva del crecimiento económico y en particular del sector transporte. Ello a pesar de la penetración de los autos eléctricos, que se prevé poco significativa hasta mediados de este siglo.

La elaboración de refinados del petróleo en México se ha concentrado como una función monopólica del Estado a través de Petróleos Mexicanos, que a lo largo de los años ha liderado un abasto suficiente con producción propia e importada. Desde la década de los ochenta, los montos de inversión fueron insuficientes y poco efectivos en su aplicación para mantener, actualizar y ampliar la capacidad de producción y superar un conjunto de retos operativos y técnicos, en un contexto de la instrumentación de una política para alentar la participación de las empresas privadas. Con ello, se profundizaron los retos para abastecer el mercado interno, ampliándose la dependencia de las compras principalmente de D y G en Estados Unidos.

Con la política de autosuficiencia energética planteada desde fines del 2018, se amplió la capacidad de producción y emprendieron acciones para rehabilitar la existente y mejorar la operación del SNR. Con ello, se ha reimpulsado la operación de la refinación en México, que se encuentra en rumbo hacia su autosuficiencia. Sin embargo, es imperativo enfocar el negocio estatal de la refinación hacia su rentabilidad y sostenibilidad, para lo cual es deseable optimizar el uso sus instalaciones e infraestructuras de manera particular e integrada con el objeto de generar economías a escala y propiciar una óptima operación, aprovechando el apoyo gubernamental, así como elevar la efectividad en la gestión de las políticas para la consecución en el país de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

- BP (2023), *Energy Institute Statistical Review of World Energy*, en: <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- CONUEE (2024), *Base de indicadores de eficiencia energética*, en: <https://www.biee-conuee.net/>
- Energy Information Administration (2024), *Petroleum & Other Liquids*, en: [https://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pnp\\_unc\\_dcu\\_nus\\_a.htm](https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pnp_unc_dcu_nus_a.htm)
- Expansión (20 de junio de 2022), *México no es el único país que está apostando por nuevas refinerías*, en: <https://expansion.mx/empresas/2022/06/20/nuevas-refinerias-en-el-mundo>

- Gregory, Julián y Geels, Frank (2024), “Unfolding low-carbon reorientation in a declining industry: A contextual analysis of changing company strategies in UK oil refining (1990–2023)”, *Energy Research & Social Science*, 107(103345), pp. 1-20.
- INEGI (2024), *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Kim, Inwook (2015), “Refining the prize: Chinese oil refineries and its energy security”, *Pacific Review*, 29(3), pp. 361-386.
- Llop, María y Arauzo-Carod, Josep María (2023), *Quantifying the Contribution of the Oil Refining Industry to World Gross Production*.
- Milenio (11 de enero de 2024), *Mejóro Pemex 34% su capacidad de almacenamiento de gasolina*.
- MordorIntelligence (2022), *Tendencias del mercado downstream de petróleo y gas de China*, en: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/china-oil-and-gas-downstream-market>
- ONU (2024), *Objetivos del Desarrollo Sostenible*, en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Pemex (2017), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2018), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2019), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2020), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2021), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2022), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2023), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2024), *Form F20*, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Pemex (2024), *Resultados al Cuarto Trimestre 2023*, Cdmex: Pemex, en: [www.pemex.com](http://www.pemex.com)
- Poder Ejecutivo Federal (2019), *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*, CdMex: Diario Oficial de la Federación.
- Romo, Daniel (2016), “Refinación de petróleo en México y perspectiva de la reforma energética”, *Revista Problemas del Desarrollo*, pp. 139-164.
- Secretaría de Energía, (2020), *Programa Sectorial de Energía, 2019-2024*, CdMex: D.O.F.
- SENER (2024), *Sistema de Información Energética*, en: [www.sie.energia.gob.mx](http://www.sie.energia.gob.mx)
- Setiadi, Umar Heru y Dhewanto, Wawan (2022), “Business strategy for oil refinery company in facing challenges in the crude oil refining industry”, *European Journal of Business and Management Research*, 7(5), pp. 24-29.

TERCERA SECCIÓN  
GENERACIÓN Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

## INDUSTRIA ELÉCTRICA: GENERACIÓN Y SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD. AGENDA PARA EL SEXENIO 2024-2030

POST SCRIPTUM\*

JOSÉ LUIS APODACA VILLARREAL\*\*

Ahora que el mundo se propone sustituir los combustibles fósiles con electricidad limpia, el principal reto futuro para los próximos gobiernos de México es la *transición energética soberana*, la cual representa un compromiso del sector eléctrico nacional para atender el crecimiento de la demanda y reducir gradualmente las emisiones de CO<sub>2</sub>, sin sacrificar la seguridad nacional, ni afectar la continuidad y la estabilidad del sistema interconectado nacional en constante expansión, y sin depender de la importación de gas natural de Estados Unidos. Con la transición energética, la economía y la seguridad nacional dependerán continuamente y más que nunca del suministro de electricidad.

*Se han revertido parcialmente por la actual administración los avances privatizadores de la reforma energética de 2013, incrementándose la participación competitiva de CFE en la generación de electricidad con nuevas centrales de ciclo combinado y capacidad suficiente para atender el crecimiento normal de la demanda hasta el año 2030. Se incorporó nuevamente la planeación a mediano y largo plazo por CFE; se contrarrestó la intención de desechar el parque de generación antiguo de plantas duales; no hay escasez en la oferta, y se ha enfrentado la disminución temporal en el suministro de gas natural; se soporta frecuentemente la confiabilidad; se adquirió por el sector público un grupo de centrales privadas de ciclo combinado de productores externos; y se optimizaron las finanzas de CFE integrada, para hacer frente a estas inversiones sin endeudamiento. Se ha*

\* Post scriptum al capítulo “Industria eléctrica: generación y suministro de electricidad” (Apodaca, 2018).

\*\* Observatorio Ciudadano de la Energía, A.C.

retomado hasta donde ha sido posible el servicio público de electricidad sin incrementar tarifas y evitando la especulación extrema del mercado eléctrico legalmente vigente; y se atienden exitosamente contingencias de manera coordinada entre el CENACE y las empresas subsidiarias de CFE, sin afectar la estricta separación legal.

En el corto plazo, la dependencia del gas natural importado para las centrales de ciclo combinado seguirá incrementándose, significando un riesgo importante para la seguridad nacional, porque a futuro los intereses de Estados Unidos y su vulnerable autonomía energética, podrían limitar el suministro a México como ya ocurrió en febrero de 2021 por el frente frío en Texas.

El principal reto a mediano plazo es utilizar otras fuentes primarias de energía limpia que además constituyan generación base disponible para todas las horas del año. Como única opción técnicamente factible actual habrá de considerarse seriamente ampliar la central nucleoelectrónica Laguna Verde y construir otras más en las costas de México. Las nuevas centrales de generación fotovoltaica (FV) y eólica (EO), a mediano y largo plazo, por limitaciones técnicas, seguirán aportando a lo más un 30% de la energía total nacional futura, y solamente podrán interconectarse complementándolas con baterías de respaldo para controlar su intermitencia y variabilidad, porque ya está agotada la capacidad hidroeléctrica disponible de CFE que respalda los 14,000 Megawatts de generación privada FV y EO, instalados actualmente.

En los próximos diez años, cientos de miles de empresas de todos tamaños y millones de usuarios residenciales, participarán ampliamente en la generación verde distribuida privada (hasta alcanzar el 46% del total nacional), principalmente con tecnología fotovoltaica con baterías, en sus propios centros de consumo, aprovechando el potencial de radiación solar en casi todo el territorio nacional. La CRE actualizará los reglamentos para las baterías de almacenamiento que permitirán modificar las curvas de generación en concordancia con las curvas de consumo, para no afectar la estabilidad del sistema eléctrico interconectado. En los sistemas FV y EO grandes, actuales y futuros, disponer de 4 horas de almacenamiento en las baterías, permitirá además de modificar las curvas de generación, relevar más de la mitad de la capacidad de los enlaces de transmisión existentes actualmente utilizados.

Mientras se avanza en la transición energética seguirán predominando las tecnologías de generación eléctrica de combustibles fósiles. Afortunadamente México cuenta con mayor participación de generación con ciclos combinados y gas natural, de menores costos (0.46 \$/KWH) y menor emisión de CO<sub>2</sub>

(0.357 Kg CO<sub>2</sub>/KWH), respecto de combustóleo y carbón, utilizados por excepción para confiabilidad en el suministro (tabla 1).

TABLA 1  
IMPACTO DE LOS PRECIOS DE COMBUSTIBLES Y TECNOLOGÍAS, 2023

Concepto	Costo Unitario de combustible			Generación de CFE: Costo por combustible y tecnología, \$/KWH			
	Unidad de compra	Costo	Dls/ MBTU	Planta de Vapor (eficiencia)	Planta de Vapor (eficiencia)	Ciclo combinado antiguo (eficiencia)	Ciclo combinado moderno (eficiencia)
				0.34	0.40	0.42	0.52
Combustóleo	\$/litro	6.22	8.41	1.70			
Carbón de importación	Dls/Ton	218.75	8.74	1.77	1.50		
Carbón de Sabinas	Dls/Ton	53.65	2.77	0.56			
Gas natural continental	Dls/ MBTU	3.48	3.48	0.70		0.57	0.46
Gas natural licuado	Dls/ MBTU	12.00	12.00	2.43		1.97	1.59
Diésel	\$/litro	22.70	33.57				4.44

FUENTE: Elaboración propia.

*La transición energética soberana de México* representa un compromiso del sector eléctrico para atender el crecimiento de la demanda y reducir gradualmente las emisiones de CO<sub>2</sub>, sin sacrificar la seguridad nacional, ni afectar la continuidad y la estabilidad del sistema interconectado nacional, y sin depender de la importación de gas natural de Estados Unidos.

Con el objetivo principal de no depender de la importación de gas natural, se plantea un escenario estratégico ambicioso y factible para suministro eléctrico de la transición para un futuro a 15 años, con crecimientos de 3% de la economía y 4% de la demanda de electricidad (tabla 2). Se lograría 78% de energías limpias y mínimo consumo de gas natural, costo medio de la energía eléctrica sustentable similar a la tarifa actual, y el autofinanciamiento nacional de la infraestructura eléctrica robusta para atender el crecimiento sostenido de la economía.<sup>1</sup>

TABLA 2  
ESCENARIO ESTRATÉGICO PARA LOGRAR SEGURIDAD  
EN EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

Concepto/ Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB en billones de dólares	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	1.33
Demanda Maxima anual GW	56	58	61	63	66	68	71
Energía anual TWH	366	381	396	412	428	445	463

FUENTE: Elaboración propia con base en: Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023–2037.

En el periodo de 15 años considerado se estiman 118 GW de generación adicional de energía verde renovable: hidroeléctrica, fotovoltaica y eólica (estas dos últimas ubicadas en los centros de consumo y con baterías de respaldo total); y 33 GW de plantas base nucleares para soportar la estabilidad del sistema eléctrico mexicano, también con energía limpia.

Se incluyen 10 nuevas centrales nucleares repartidas en las costas del territorio nacional con unidades de 1,400 MW. Se iniciaría la expansión nuclear con la ampliación de Laguna Verde y otra central nueva en la costa del Pacífico, para entrar en operación en 6 años, aprovechando la amplia experiencia de CFE; y se emprenderían licitaciones internacionales para proyectos llave en mano.

Balance de potencia con la capacidad instalada en las actuales centrales generadoras en operación y las futuras consideradas en este escenario (tabla 3):

TABLA 3  
GW, DEMANDA MÁXIMA Y CAPACIDAD INSTALADA.  
ESCENARIO GENERACIÓN LIMPIA  
(BAJA DEPENDENCIA ENERGÉTICA Y MÍNIMO CO<sub>2</sub>)

Concepto/ Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Demanda Maxima anual GW	56	58	61	63	66	68	71
HIDRO CFE actual (GW)	12	12	12	12	12	12	12
Total Ciclos Combinados actual (GW)	47	48	48	48	48	48	48
Vapor Dual actual (GW)	15	15	15	15	15	15	15
Nuclear Actual (GW)	2	2	2	2	2	2	2
Eólicos actual (GW)	9	10	10	10	10	10	10
Fotovoltaicos actual (GW)	9	10	10	10	10	10	10
Nuclear nueva (GW)							3
Hidro nueva (GW)							6
Eólicos Nuevos con baterías (GW)			1	2	3	4	5
Fotovoltaicos Nuevos con baterías (GW)		5	10	15	20	25	30
Total capacidad GW	94	102	108	114	120	126	141

NOTA: por razones de espacio se eliminaron las columnas intermedias de 2031 a 2034 y 2036 a 2038.

La energía anual generada ya balanceada, acorde con la tecnología y factor de planta anual de cada grupo de centrales sería (tabla 4):

TABLA 4  
TWH ENERGÍA ANUAL: ESCENARIO GENERACIÓN LIMPIA  
(BAJA DEPENDENCIA ENERGÉTICA Y MÍNIMO CO2)

<i>Concepto/ Año</i>	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energía anual TWH	366	381	396	412	428	445	463
HIDRO CFE actual	25	25	25	25	25	25	25
Total Ciclos Combinados actual	228	253	258	272	287	293	260
Vapor Dual actual	62	52	42	32	22	22	22
Nuclear Actual	12	12	12	12	12	12	12
Eólicos actual	18	18	18	18	18	18	18
Fotovoltaicos actual	21	21	21	21	21	21	21
Nuclear nueva	0	0	0	0	0	0	24
Hidro nueva			0	0	0	0	16
Eólicos Nuevos			3	5	8	11	13
Fotovoltaicos Nuevos Gen Distribuida			18	26	35	44	53
Total generado TWH	366	381	396	412	428	445	463

FUENTE: Elaboración propia.

Se presenta un balance de energía anual generada por cada tecnología de central, considerando factores de planta históricos promedio. La demanda máxima se atiende sin restricciones con la capacidad instalada base, ciclos combinados y de respaldo para centrales intermitentes con generación hidroeléctrica, baterías, y de C.I. de arranque rápido.

En la tabla 5 se indica la disminución que se lograría –con este escenario– de la dependencia del gas natural importado y la reducción de emisión de CO2, con un 78% de generación limpia:

TABLA 5  
REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE CO2  
Y DE LA DEPENDENCIA DEL GAS NATURAL IMPORTADO

<i>Concepto/ Año</i>	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Total gas natural TWH	290	305	300	304	309	315	282
%	79	80	76	74	72	71	61
Energía limpia TWH	76	76	96	108	119	130	181
%	21	20	24	26	28	29	39

FUENTE: Elaboración propia.

Producir electricidad limpia a base de generación nuclear, hidroeléctrica, eólica y fotovoltaica, implica costos de inversión muy altos. Obtener bajas tasas de interés y financiamiento directo con empresas fabricantes de centrales, logrando apoyos de promoción de exportaciones de sus propios

países de origen e impulsando la instalación de sus empresas en México con participación nacional, significa asegurar infraestructura eléctrica para el crecimiento industrial y económico, para una transición energética con mínimas dependencia y emisión de CO<sub>2</sub>. En este escenario se está considerando un financiamiento de centrales generadoras para un periodo de 15 años, con 3% de tasa anual de interés.

TABLA 6  
INVERSIÓN TOTAL Y COSTO NIVELADO DE LA ELECTRICIDAD

Concepto	Tecnología	Costo Dls/Kw	Capacidad instalada GW	Energía anual TWH/año	Costo total Miles de Millones de dólares	Costo total unitario \$/ KWH
Generación	Nuclear	6,502	33	260	215	1.38
	Hidro	3,600	24	63	86	2.30
	Eólica	2,900	11	29	32	1.85
	Fotovoltaica	2,100	50	88	105	2.01
	Total		118	440	438	1.67
Transmisión - Distribución					45	0.18
Total					483	1.86

NOTA: Inversión financiada a 15 años con interés de 3% anual.

Juntamente con las diez nuevas centrales nucleares, que estarían ubicadas en las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico, se implementaría una red de líneas de transmisión de corriente directa de aproximadamente 10,000 kilómetros de longitud, para interconectar los principales centros de carga conforme entren en operación las nuevas plantas nucleares; se respaldará la generación intermitente y se logrará mayor robustez del sistema interconectado nacional.

Para aprovechar 40,000 MW de plantas ya existentes relativamente modernas de ciclo combinado, y acceder al gas natural estadounidense cuando su precio sea bajo (sin depender de ellos), también se dispondrá de estaciones de licuefacción para exportación de GNL a países europeos, y se habilitarán cavernas de almacenaje de gas natural, juntamente con Pemex y la SENER. La capacidad de estas instalaciones permitiría conservar el flujo constante, agregando el GNL importado por buque, en periodos de disminución del suministro del gas natural de importación.

Si los ingresos por ventas en el periodo considerado de 15 años serían de 755 miles de millones de dólares (MMD), es factible amortizar la inversión en centrales y el sistema de transmisión de 486 MMD. Este escenario presenta un desarrollo de infraestructura muy rentable, que podría significar

para el gobierno federal inyectar recursos para financiar proyectos de interés social, y mantener tarifas eléctricas bajas sin subsidios para promover el desarrollo económico nacional internamente competitivo.

Los efectos multiplicadores sobre las cadenas productivas nacionales causados por estos montos de inversión de infraestructura energética sustentable, independiente, y ecológicamente sostenible, serían un detonador para el avance de México hacia un sitio de país desarrollado.

*Otra aportación muy importante* en la transición energética nacional será implantar una *cultura de eficiencia en el uso de la electricidad* de 50 millones de usuarios actuales y los futuros, porque se optimiza la producción de bienes y servicios por unidad de energía consumida; se reduce la contaminación y también los costos. Los consumidores grandes, medianos y pequeños, invertirían en sus propios sistemas eléctricos interiores y equipos para convertir la electricidad en transporte, fuerza motriz, compresión, refrigeración, calefacción, ventilación, iluminación, bombeo de agua, comunicaciones, etc. La generación distribuida fotovoltaica estará al alcance de todos los usuarios independientemente de su tamaño, y con eficiencia en el uso de la electricidad se optimizará la inversión. Se presentarán múltiples áreas de oportunidad: variadores de velocidad para regular los flujos de agua o aire, y optimizar motores; calefacción con bombas de calor; únicamente iluminación LED; aislamiento térmico. Se avanzará también en: seleccionar dimensión justa de motores y transformadores; ventilación de áreas de trabajo y descanso; dimensionamiento óptimo de redes, líneas y subestaciones; ubicación adecuada de centrales de generación y privilegiar la distribuida; bombeos de agua potable y riego; sistema hidrónicos; etc.

*La incursión en redes automáticas* se inicia con las mediciones de KWH inteligentes de cada usuario conectadas por Internet y sus sistemas de monitoreo y control derivarán en sistemas también inteligentes. En el año 2036 habrá en México 60 millones de usuarios eléctricos conectados a Internet generando exponencialmente “Big Data” en tiempo real a partir de sus medidores de KWH, sensores, y plataformas IOT (Internet of Things) que representarán valor muy relevante. La explotación de esos datos mediante inteligencia artificial y sistemas aprendientes permitirá predicciones de demanda, de fallas y balanceo predictivo de cargas. La utilización de PLC’s con algoritmos de solución para optimizar la generación distribuida, serán parte del sistema interconectado nacional y un sistema integral inteligente para administrar la demanda eléctrica de todos los usuarios empresariales y domésticos.

*México dispone de los recursos para lograr su camino de transición energética independiente* y puede definir su propio modelo de expansión del

sistema eléctrico nacional con energías limpias, cumpliendo estrictamente con los compromisos mundiales de reducción radical de emisiones de CO<sub>2</sub>, incorporando a todas las tecnologías limpias disponibles y asegurando el suministro del crecimiento alto de la demanda de electricidad derivado de la sustitución de los combustibles fósiles. Hay enormes oportunidades para ingenieros y técnicos mexicanos, y empresas nacionales para explotar el litio, fabricar baterías, electrónica de potencia, paneles FV, equipos eléctricos, sistemas de control, y desarrollos propios para automatizar redes inteligentes, sin acudir a tecnologías extranjeras que pretendan especular o crear dependencia tecnológica.

#### NOTAS

1 Información de referencia sobre capacidad de generación y energía anual base para 2022, obtenida del “PRODESEN 2023-2037” de la SENER y “Programa de Ampliación y Modernización de la RNT y de la RGD 2023-2037” del CENACE.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Apodaca Villarreal, José Luis (2018), “Industria eléctrica: generación y suministro de electricidad”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejo-nacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>
- Programa de Ampliación y Modernización de la RNT y de la RGD, en: [https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/ProgramaRNT\\_RDG.aspx](https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/ProgramaRNT_RDG.aspx)
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023–2037, en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2023/CD008843.pdf>
- Video de las variables involucradas en la generación FV y almacenamiento con baterías, en: <https://www.dropbox.com/scl/fi/hrp8zbhzyrmwa9b8yuvfr/Generaci-n-Fotovoltaica.mp4?rlkey=8zhbhr8n53ajmylq55l5r1qys&rdl=0>

## LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL SECTOR ELÉCTRICO

POST SCRIPTUM\*

NORA LINA MONTES\*\*

En el presente, la relación agua/energía ha tomado gran importancia dada su estrecha interdependencia y complejidad, más allá de las presentadas por separado. Así, sin agua no hay energía y viceversa. Sin el fluido no es factible extraer los recursos energéticos primarios (fósiles y uranio), ni procesarlos para obtener energía y productos secundarios (electricidad, combustibles y materia prima para la industria química y petroquímica), y en sentido inverso, la energía permite la explotación del recurso hídrico: extracción, tratamiento, almacenamiento, distribución.

Así que cuando uno de los elementos afecta el equilibrio del binomio, se altera el sistema en que se encuentra. Esta es la situación que se enfrenta actualmente, una *crisis de agua* que no sólo afecta al sector energético, sino también al resto de los integrantes la economía, pero peor aún: al ámbito social en el que se pone en riesgo la subsistencia de un número considerable de la población.

Actualmente, alrededor de 1.0 miles de millones (mM) de personas no tiene acceso al agua dulce (12.5%), 2.6 mM (32.5%) carece del fluido potabilizado y se agregarán otras 1.5 mM al 2050, de seguir la tendencia actual, con lo que crecerá la brecha entre las que cuentan con el (y las que no cuentan con el) volumen recomendado por la Organización Mundial de la Salud: 50 litros/persona-día, nivel mínimo para alimentación y sanidad. Y esta situación de penuria también la enfrentan los tres sectores económicos básicos: agropecuario, industrial y municipal.

\* Post scriptum al capítulo “Los requerimientos hídricos del sector eléctrico y el problema del agua en México” (Montes, 2018).

\*\* Facultad de Economía de la UNAM.

Sabemos bien que el agua es un recurso finito y de volumen total constante en el tiempo. Esto es así por ser el planeta un sistema cerrado, que contiene  $1,386 \text{ E-m}^3$ <sup>1</sup> en tres estados físicos (gas, líquido, sólido); en dos tipos: salada (97.5%) y dulce (2.5%); y en tres ubicaciones: subsuelo (acuíferos), superficie (ríos y lagos) y atmósfera (vapor).

Para fines de aprovechamiento humano en sus distintas actividades económicas y sociales, y casi sin tratamiento, el agua dulce es la fuente cardinal, pero su disponibilidad se ha venido reduciendo considerablemente, por razones diversas: el *cambio climático* (evento natural de alteración del ciclo hídrico, evaporación-precipitación, resultando en eventos meteorológicos cada vez más extremos, como sequías, inundaciones y pérdida de costas); el crecimiento *demográfico* (ya llegamos a 8 mM de habitantes); la *sobreexplotación* (intervención humana), la *contaminación* (agua retornada con tierra, vegetación y agroquímicos, y en la consumida: efluentes de diferente origen), resultando en desconocimiento del volumen de agua dulce ahora disponible; y recientemente se agrega la *transición energética*, que contempla algunas rutas tecnológicas hídricamente más intensivas que las convencionales.

Así, ya se está ante una peligrosa crisis del agua, en dirección al *punto de retorno con altísimo costo*, teniéndose impactos muy graves, pues el estrés hídrico vulnera los sectores sociales y económicos, generando inseguridad alimentaria y energética, que pone en riesgo la sobrevivencia humana.

Sobran los autores trabajando en este tema que señalan como responsable directo de este escenario, al modelo de crecimiento denominado *capitaloceno*, en el cual el mercado es un factor central, que convierte a los recursos naturales en mercancías y, con ello, limita su acceso a un creciente número de población, vía el aumento del costo y cambios en la estructura de gastos, lo que profundiza las desigualdades sociales. Peor aún, contraviene el principio de que “el agua debe ser parte del patrimonio común de una nación, por lo que la protección, valor y desarrollo del recurso utilizable deben ser de interés general, lo que exige respetar los equilibrios naturales” (De Dreuz y Coronio, 2023).

En el presente, se ha definido que en la relación agua/energía, la disponibilidad hídrica es determinante en el buscado equilibrio de tal conexión, lo que convierte al abasto eléctrico en un factor relevante entre los consumidores del agua, a pesar de ser el menor respecto del agrícola y municipal e incluso del industrial, dado que éste incluye la rama energética (primaria y secundaria). La tabla 1 muestra que son las actividades agropecuarias las principales demandantes del recurso (en mayor medida por el cultivo y crianza intensivos), en un rango que depende de su importancia en cada región, ocupando los requerimientos municipales el tercer lugar,

englobando los servicios públicos, comerciales y residenciales. De lo anterior también se deduce la gran competencia entre sectores, muchos de ellos en manos de oligopolios (agrícolas, mineros, industriales, energéticos) que se imponen siempre sobre los requerimientos humanos.

TABLA 1  
PARTICIPACIÓN SECTORIAL DE LA EXTRACCIÓN DE AGUA

Sector	Parámetro	%	Región	Mundo*
Agricultura	Mínimo	25.46	Europa	60.33
	Máximo	81.23	África	
Industria**	Mínimo	4.12	África	23.69
	Máximo	54.35	Europa	
Municipal	Mínimo	9.15	Asia	15.99
	Máximo	21.60	Oceanía	

\* Promedio simple, el ponderado tan sólo del agrícola es de 70%

\*\* Incluye al sector energético

FUENTE: Stanley Morgan (2022).

Así, para contrarrestar el creciente déficit hídrico, a la fecha y desafortunadamente, las iniciativas principales adoptadas han sido: los trasvases (alternación geográfica) y la explotación de fuentes no renovables (agua fósil) y no convencionales (reutilización y tratamiento de efluentes, y desalinización marina). De estas tres opciones, deben descartarse las dos primeras; una, por alterar considerablemente los ecosistemas y por resolver la carencia de una región a expensas de otra; dos, porque de usarse el mismo modelo de sobreexplotación, a largo plazo se enfrentará una nueva insuficiencia, derivada del agotamiento del recurso que tardará miles de años en recuperarse. La tercera es la recomendable, por lo que se deberá intensificar su implantación con ineludibles criterios de sostenibilidad, es decir, sin generar nuevos residuos que no puedan valorizarse (e.g. nitrógeno, fósforo, potasio, sodio y calcio, presentes en algunos efluentes y de utilidad en la agricultura).

Expresado lo anterior en términos de demanda eléctrica en el sector hídrico, la tabla 2 muestra los requerimientos, que crecerán 78.8% en 2040 respecto a 2014; y los procesos contemplados con mayor desarrollo, destacando la desalinización y el reúso (fuentes no convencionales).

Esta información proviene de la estrategia semejante a la de mitigación de gases efecto invernadero, la *Net Zero Water*, en la que se estima el mayor descenso en el sector energético (explotación de fuentes primarias), pero al tener una relación directa con la electricidad (energía secundaria), la fase de generación es la de mayor atención, vía el incremento sustancialmente de la eficiencia energética de los equipos, la implantación de las

mejores prácticas de operación, el uso óptimo de sistemas de enfriamiento de ciclo cerrado, el aprovechamiento de fuentes no convencionales y el cambio de ubicación.

TABLA 2  
CONSUMO ELÉCTRICO DEL SECTOR HÍDRICO  
POR PROCESO, 2014-2040 (TWH)

Rurbro	TWh		%		
	2014	2040	2040/2014	2014	2040
Oferta	333	368	10.5	40.4	25.0
Distribución	180	205	13.9	21.8	13.9
Desalinización	41	345	741.5	5.0	23.4
Reuso	4	21	425.0	0.5	1.4
Tratamiento	195	314	61.0	23.7	21.3
Transferencia	71	220	209.9	8.6	14.9
Total	824	1,473	78.8	100.0	100.0

FUENTE: Elaboración propia.

Todo ello en centrales convencionales (a base de fósiles), aunque también está la transición hacia energías renovables, como la eólica y fotovoltaica, no así las plantas bioenergéticas, la solar de concentración, la nuclear y el hidrógeno verde (electrólisis), además del proceso de captura y almacenamiento de carbono, todas estas hídricamente intensivas. A la inversa, una menor demanda de electricidad en el sector hídrico se logra con las mismas praxis: mejores prácticas de operación, equipos de alta eficiencia y recuperación de la energía contenida en los efluentes. Todo lo anterior para alcanzar una economía circular del agua (tabla 3).

TABLA 3  
CONSUMO GLOBAL DE AGUA EN EL SECTOR ENERGÉTICO POR ESCENARIO

Tipo de fuente energética		Tendencia actual			NetZeroWater	
		2021	2030	Variación (%)	2030	Variación (%)
		mM-m3			mM-m3	
Energía primaria	Bioenergía	17.50	22.90	30.86	29.60	69.14
	Fósiles	18.80	18.60	-1.06	10.90	-42.02
	Hidrógeno	1.60	1.90	18.75	2.90	81.25
Electricidad	Fósiles	11.20	10.30	-8.04	6.10	-45.54
	Nuclear	4.00	4.80	20.00	5.60	40.00
	Renovables	1.00	2.70	170.00	2.70	170.00
Total		54.10	61.20	13.12	57.80	6.84

FUENTE: IEA 50 (2023).

Lo expuesto, sin evaluar tal estrategia con el método de análisis de ciclo de vida, en el cual, *aguas arriba*, antes de la etapa de generación, se tienen los procesos de extracción (minería a cielo abierto y subterránea, fractura hidráulica), acondicionamiento y transporte de la fuente primaria (fósiles y uranio), y en el caso de renovables como sol y viento, se añade la fabricación de los sistemas (celdas solares y aerogeneradores), todos intensivos en agua, además de altamente contaminantes. *Aguas abajo* está la disposición de residuos (efluentes, materiales y compuestos radioactivos), de igual manera fuerte consumidora hídrica y ecológicamente dañina.

En el resto de los sectores consumidores, el esquema básico es el uso sostenible del agua, disminuyendo su demanda al mínimo factible, técnica y económicamente, en correspondencia con un estado humano saludable.

Al igual que con el cambio climático, la crisis del agua también enfrenta *negacionistas*, que se han estudiado y categorizado en diversos términos, a fin de aprovechar las experiencias frente a los refutadores del calentamiento global.<sup>2</sup>

Aun cuando en materia hídrica no se cuenta con una organización semejante a las Conferencia de las Partes sobre cambio climático, en el marco de la ONU sí se tienen diversas iniciativas, unas vinculantes y otras no, dependiendo de la voluntad de los negociadores. Muchas de ellas forman parte de los Objetivos del Milenio (OM) de la Agenda para el Desarrollo Sostenible (ADS) al 2030, destacándose: la Agenda de Acción del Agua, que en sus conferencias anuales revisa los avances fijados en la ADS, como la Meta-6/OM: *Asegurar una administración sobre la disponibilidad y sostenibilidad del agua y de sanidad para todos*. Destacan también: el Protocolo sobre Agua y Salud, grupo de trabajo para llevar a la práctica los derechos humanos al agua y sanidad; la Convención sobre la protección y uso de las fuentes de agua transfronterizas y lagos internacionales; la UNECE, de la ONU y la Comisión Económica Europea, plataforma multilateral de cooperación e integración económica que, en materia de agua trabaja en la definición de políticas, regulaciones e intercambio tecnológico; y la Organización Mundial de la Salud, único instrumento vinculante orientado a proteger la salud humana, en términos de reducción de decesos, vía una buena gestión del agua.

En el caso de México son pocos los avances, en parte por la histórica concesión a privados para la explotación del recurso por un largo periodo, hasta ahora con gran dificultad para revertirlo. Su más grave consecuencia es la creciente inequidad en el acceso al agua, dificultando poder contrarrestar, por ejemplo, eventos de sequía, además de no contar con suficientes y confiables estadísticas que permitan mejorar la gestión del agua en el país.

No obstante las acciones mundiales citadas, el tema hídrico sigue con gran retraso *vis-à-vis* la crisis que enfrenta, resultando en muy adversos impactos, como lo son también el cambio climático, la biodiversidad, el océano, el Ártico y la Antártica, entre los notorios, ante los cuales no cesan de avanzar los esfuerzos para vencer los vastos obstáculos, provenientes en gran parte de los oligopolios explotadores de la naturaleza como mercancía.

## NOTAS

<sup>1</sup> E-m<sup>3</sup> = Exa metros cúbicos = 1 \* 10<sup>18</sup> m<sup>3</sup> = 1,000,000,000,000,000,000 m<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Citamos los siguientes: greenbasing, greenblaming, greenbashing, greenbotchins, greencrowding, greenhushing, greenlighting, greenrinsing, greenshifting, greenwashing, greenwhisling, greenwishing. Héraud Béatrice. Les nouveaux mots du greenwashing. 29.03.24. [https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/nouveaux-mots-concepts-greenwashing washing/](https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/nouveaux-mots-concepts-greenwashing-washing/)

## BIBLIOGRAFÍA

De Dreuzy, Mathilde y Coronio, Lucie (2023), *Ressources en eau: quels enjeux pour les industries?*, julio-2023, en: <https://sustainability.wavestone.blog/2023/07/ressources-en-eau-quels-enjeux-pour-les-industries/>

Héraud, Béatrice (2024), *Les nouveaux mots du greenwashing*, 29.03.24, en: [https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/nouveaux-mots-concepts-greenwashing washing/](https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/nouveaux-mots-concepts-greenwashing-washing/)

IEA 50 (2023), *Global water consumption in the energy sector by fuel and power generation type in the Stated Policies Scenario, 2021 and 2030*, en: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-water-consumption-in-the-energy-sector-by-fuel-and-power-generation-type-in-the-stated-policies-scenario-2021-and-2030>

Montes, Nora Lina (2018), “Los requerimientos hídricos del sector eléctrico y el problema del agua en México”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>

Stanley, Morgan (2022), *A deep dive on the water crisis*, 14.02.22.

CUARTA SECCIÓN  
DEL EXTRAVÍO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA  
AL RELANZAMIENTO DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA

## ORIENTAR LA POLÍTICA ENERGÉTICA HACIA LA SOSTENIBILIDAD

POST SCRIPTUM\*

VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA\*\*

La política energética del presidente Andrés Manuel López Obrador ha estado centrada en la oferta de energía, los hidrocarburos y el fortalecimiento de las empresas públicas. Soberanía, seguridad y autosuficiencia energéticas han guiado las acciones gubernamentales. Ese sesgo se explica en buena medida por la devastación que encontró al inicio de su mandato, tras el paso de seis gobiernos neoliberales. La sostenibilidad era parte de esos objetivos medulares, pero en la práctica se le dio menor importancia. No sería sino hasta el último tercio del sexenio y bajo la presión de Estados Unidos, que el gobierno lopezobradorista comenzó a mostrar mayor compromiso con el ambiente, el clima, el cambio de paradigma energético y las fuentes renovables de energía. Al gobierno de Claudia Sheinbaum le tocará eliminar el rezago y redirigir esfuerzos.

La transición energética es un desafío no sólo por las transformaciones estructurales a emprender, sino también por las condiciones de las que partimos. México es un país de desarrollo medio donde persisten altos niveles de desigualdad, pobreza y miseria. Además, el 89% de la energía que mueve al país proviene de combustibles fósiles (SENER, 2021).

Esa enorme dependencia plantea un reto colosal para alcanzar la neutralidad carbono en 2050. El dato optimista es que el gas natural ha estado desplazando al petróleo y al carbón por sus ventajas técnicas, económicas y ambientales y ahora es la energía más consumida en el país (52% incluyendo condensados). El gas ha sido útil para disminuir la huella de carbono, pero es tiempo de comenzar a remplazarlo y utilizarlo preferentemente para respaldar a las renovables.

\* Post scriptum al capítulo “El extravío de la política energética” (Rodríguez, 2018).

\*\* Facultad de Ingeniería de la UNAM.

La independencia energética decae desde hace casi dos décadas y la producción ya sólo alcanza para cubrir el 68% del consumo. El 46% de la energía utilizada en México es importada (SENER, 2021). Esa pérdida de autosuficiencia se explica por la declinación de los grandes yacimientos de petróleo.

Debido a la caída de la producción de gas, ha sido necesario importarlo por vía terrestre y marítima para satisfacer un consumo creciente; el peso de las compras foráneas llegó a 93% durante el primer trimestre de 2021; en la actualidad ronda 86% debido a un ligero aumento de la producción.<sup>1</sup>

El 63% del gas seco disponible se destina a generar electricidad y su peso relativo en la generación de electricidad es de 62%.<sup>2</sup> La disponibilidad depende esencialmente del producto que se compra e ingresa por la frontera norte a través de dos sistemas de gasoductos,<sup>3</sup> poco interconectados y operados de manera independiente.<sup>4</sup> El país no cuenta con un sistema nacional de almacenamiento dedicado a neutralizar situaciones de escasez y volatilidad. Con la infraestructura actual sólo contamos con 2.5 días de consumo.

Esa triple dependencia –importación elevada, suministrador dominante y uso concentrado en la producción de electricidad–, aunada a la ausencia de almacenamiento y la poca flexibilidad en la infraestructura de transporte, plantea riesgos importantes para la seguridad energética tanto en gas como en energía eléctrica. La crisis derivada del vórtice polar que se abatió sobre el sur de Estados Unidos en febrero de 2021, la cual derivó en precios excesivamente elevados para el gas natural y cortes de electricidad en ambos lados de la frontera, fue una amarga y costosa experiencia que no debemos olvidar.

Se requiere construir almacenamientos, así como coordinar la operación y expansión de los gasoductos para disminuir el riesgo de interrupciones en el suministro por causas geopolíticas o climáticas. El vecino del norte es un proveedor regularmente confiable, pero en caso de crisis no duda en suministrar de manera preferente a sus consumidores, sin contar que las exportaciones están sujetas a la autorización de la Casa Blanca y por lo tanto a consideraciones de índole político.

Hasta ahora el gas natural proveniente de Estados Unidos ha sido abundante y económico y no se esperan grandes cambios en los próximos cinco años. Sin embargo, la disponibilidad para México es relativamente incierta. El compromiso de incrementar el suministro de GNL a Europa para compensar el vacío dejado por el gas ruso, así como la diferencia de precio entre continentes podrían desalentar las ventas hacia México. Esa incertidumbre y nuestra intención de acelerar la transición energética indican la

conveniencia de disminuir el consumo de gas mediante su remplazo por energías limpias.

La sobre explotación y la madurez geológica explican la declinación de la producción de petróleo desde 2004, cuando se alcanzó un pico de 3.4 millones de barriles diarios. La combinación de técnicas de recuperación secundaria y asistida, así como el desarrollo de pequeños yacimientos han logrado estabilizar la producción en alrededor de 1.6 millones de barriles, justo lo necesario para alimentar el sistema nacional de refinación y exportar pequeños excedentes.

Aunque el consumo de gasolina y diésel declinará conforme avance la transición energética, será necesario ampliar la capacidad de almacenamiento que hoy es de sólo 3 días. De igual modo, seguirá siendo necesario extraer y procesar petróleo crudo para satisfacer la demanda de petrolíferos con producto nacional. Contamos con reservas probadas suficientes para asegurar una transición con autosuficiencia en petróleo. No será necesario utilizar nuevos contratos de exploración y extracción de hidrocarburos con empresas petroleras. Hasta ahora las inversiones públicas en el sector petrolero se han concentrado en la exploración, extracción y refinación de petróleo crudo. En adelante la prioridad será la producción eficiente y sostenible de gas natural convencional. Se requiere invertir para optimizar la producción, eliminar el desperdicio, reducir la dependencia de las importaciones y asegurar una transición energética acelerada, sin que ésta se salga de control, sin dramáticos y angustiantes episodios de volatilidad y escasez.

Eficiencia y sostenibilidad implican eliminar quema y venteo de gas natural, reducir a su mínima expresión las emisiones fugitivas de metano y eliminar el nitrógeno de las corrientes de gas. Algunas estimaciones optimistas señalan un importante potencial de hidrocarburos no convencionales; sin embargo, las técnicas de *fracking* están descartadas en el marco de una transición energética con equidad y justicia.

La generación de electricidad se realiza mayoritariamente con gas natural (62%).<sup>5</sup> El conjunto de combustibles fósiles participan con 69%. Las fuentes renovables y la energía nuclear aportan el restante 31%, con la pretensión de llegar a 35% en 2024 conforme lo establece la Ley de Transición Energética. La generación eléctrica con carbón y combustóleo (6.1%) deberá desaparecer lo más rápidamente posible por su elevada carga contaminante. La energía nuclear tampoco forma parte de la transición deseada, pero conviene mantener en funcionamiento la central de Laguna Verde hasta el término de su ciclo de vida.

La cogeneración debe ser prioritaria.<sup>6</sup> Su potencial alcanza 24 mil 800 MW; se localiza principalmente en la industria (74%) y Pemex (17%).<sup>7</sup> El

potencial factible sin conexión totaliza 11 mil 300 MW, de los cuales el 51% se localizan en Pemex y 37% en la industria. La cogeneración participó con 4.8% a la generación de electricidad en México durante 2021, cifra modesta con respecto al potencial existente en el país.<sup>8</sup> Por lo que respecta a la cogeneración definida como eficiente en términos regulatorios, había 2 mil 329 MW instalados en 2021, con posibilidad de instalar 6 mil 500 MW adicionales en los próximos 10 años (SENER, 2022).

Será necesario una fuerte expansión de las energías renovables en los volúmenes y ritmos que se estimen necesarios para cumplir metas climáticas,<sup>9</sup> aumentar el uso de la electricidad en la economía, impulsar la electromovilidad y ofrecer a las empresas energía compatible con los criterios ASG y cero emisiones. También será necesario fortalecer la red eléctrica para que la entrada masiva de generación variable no afecte la confiabilidad. Al mismo tiempo se requiere un aumento de las líneas de transmisión y de las redes de distribución para llevar el fluido eléctrico a los centros de consumo y abastecer a los vehículos eléctricos.

En el plano del consumo final, los combustibles fósiles resuelven el 75% de las necesidades; en cambio, la electricidad apenas si satisface el 20%.<sup>10</sup> Ese desbalance se explica, entre otros factores, por un generoso patrimonio geológico, un extenso y accidentado territorio donde el agua escasea, a lo que se agrega la agitada historia petrolera del país, el atraso tecnológico, las políticas públicas pragmáticas a lo largo de muchos años, y más recientemente la amplia disponibilidad de hidrocarburos baratos allende la frontera norte. En adelante será diferente: la energía eléctrica será protagonista. Aspiramos a una economía altamente electrificada con electricidad generada con fuentes renovables de energía.

Electrificar el consumo final es uno de los mejores instrumentos para luchar contra el cambio climático (Popovich y Plumer, 2023). Sin embargo, maximizar la participación de electricidad en la vida productiva y social en una perspectiva de sustentabilidad requiere inteligencia y cautela. Generar electricidad con fuentes renovables es altamente deseable, pero su incorporación a la red eléctrica requiere un sistema de gestión avanzado para neutralizar la generación inestable, incierta y volátil, para evitar desequilibrios.

Es igualmente fundamental adaptar la red eléctrica a las exigencias de la transición energética, especialmente a la electromovilidad masiva. El reto mayor del sector eléctrico no está en la generación sino en la red de transporte y distribución. Las líneas eléctricas no son eternas, tienen una vida útil, son costosas y su capacidad debe incrementarse continuamente, sobre todo si el consumo de electricidad debe crecer más rápido que la energía y la economía (Rojas Nieto, abril 2023).

Las líneas eléctricas son fuente de pérdidas de energía por calentamiento y la segunda causa de apagones especialmente cuando están en mal estado.<sup>11</sup> Las líneas de transmisión se diseñan y operan para mover grandes cantidades de carga y no deben ser abiertas (“balcanizadas”) para interconectar centrales en el camino, como pretenden algunos generadores privados (Mota, 2022). Además de eficiente, robusto, resiliente y sustentable el sistema eléctrico debe construirse a prueba de ciberataques, un riesgo que aumenta con la digitalización.

El sector transporte es dominante en el consumo final (52%) y utiliza casi exclusivamente combustible fósil: la electricidad y los biocombustibles sólo contribuyen con 0.2%.<sup>12</sup> Esa notable concentración abre una ventana de oportunidad para el remplazo de gasolina y diésel por energía limpia, mediante el desarrollo de electromovilidad individual y sobre todo colectiva, con electricidad generada con fuentes renovables de energía. Hasta ahora, el biocombustible y el combustible de síntesis son la mejor opción para el remplazo de la turbosina en el transporte aéreo y los impulsaremos, siempre y cuando su producción no se realice devastando ecosistemas. Los autos híbridos han estado ganando espacios en las decisiones de los consumidores y esa tendencia continuará hasta que el auto eléctrico gane competitividad y se amplíe el parque de estaciones de recarga.

Independientemente del energético utilizado para mover personas y mercancías, es fundamental reducir la demanda de transporte mediante una mejor administración del territorio y las actividades productivas y sociales. Ello permitirá elevar la eficiencia y la productividad, así como abatir la contaminación y la intensidad energética

Más allá de la movilidad existen una amplia gama de usos finales que brindan la oportunidad de mayor eficiencia, remplazo de combustibles, penetración de la electricidad y eliminación de dispendios: por ejemplo, en calor de proceso, iluminación, aire acondicionado, calefacción, refrigeración, preparación de alimentos, uso de agua y desplazamiento, entre tantas otras necesidades productivas y sociales. Es todo un desafío porque no sólo se trata de mutar a tecnologías más eficientes, sino modificar usos y costumbres, algunas veces tan arraigados que necesitará un gran esfuerzo de concientización y fuerza de voluntad.

Aunque es cierto que debemos seguir alentando el descenso de la intensidad energética de la economía, también es cierto que la elevación del nivel de vida que impulsaremos, especialmente entre la población de menores recursos, se traducirá en mayor consumo de energía per cápita, sin que ello signifique menor esfuerzo en reducir la demanda total de energía. De acuerdo con estudios académicos recientes, el 36.7% de los hogares

en México sufre pobreza energética, situación que afecta a 47 millones de mexicanos (García y Graizbord, 2016). La pobreza energética no cabe en la aspiración ciudadana a una vida digna.

Las empresas del Estado se han estado recuperando después de su destrucción deliberada por pasadas administraciones, pero su situación financiera sigue siendo delicada. En Pemex el pasivo es muy superior al activo y el patrimonio es negativo; la deuda de largo plazo supera los 100 mil mdd; la deuda de corto plazo es significativa y el capital de trabajo es negativo. La empresa ha perdido su grado de inversión, paga altas tasa de interés y las transferencias de capital proveniente del gobierno federal han sido necesarias para el pago del servicio de la deuda. La CFE tiene mayor fortaleza financiera pero su patrimonio es igualmente negativo.

Hacia adelante, lo que corresponde es hacer de la Soberanía, la Seguridad, la Solidaridad, la Sustentabilidad y la Sobriedad los ejes centrales de la política pública en materia de energía. El avance equilibrado y simultáneo en esas cinco dimensiones le permitirá a México contar con un sistema energético sostenible, capaz de afrontar las necesidades presentes y futuras del país en forma efectiva y eficiente, con infraestructura suficiente, robusta y resiliente.

Tal enfoque surge de la necesidad de: i) contar con un sistema energético sostenible, a la vez confiable, robusto, resiliente y sustentable; ii) garantizar para el país energía suficiente, continua, económica, diversificada y cada vez más limpia; iii) acelerar la transición energética y avanzar con paso firme hacia la neutralidad carbono en 2050; iv) aprovechar con prudencia el patrimonio remanente en petróleo y gas natural; reducir la contaminación que resulta de la producción y el consumo de energía; v) apoyar el crecimiento económico y elevar el bienestar social, con equilibrio entre las diferentes regiones del país y fortaleciendo la cohesión social; y vi) contribuir al logro de los objetivos del desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Dentro de esa dirección estratégica es importante priorizar: la vida y la salud de trabajadores y usuarios de los servicios energéticos; el respeto de los derechos humanos; el cuidado y protección de los ecosistemas; el mayor beneficio colectivo; las soluciones de largo plazo; el combate a la pobreza energética; la lucha contra el calentamiento global y el cambio climático; el consenso y la participación social.

Esa orientación de la política energética da continuidad a la estrategia de rescate y fortalecimiento de Pemex y la CFE; lleva a buen término los proyectos de inversión implementados por la 4T; se mantiene al margen de fracking, los cultivos alimenticios para producir biocombustibles,

la energía nuclear y la construcción de hidroeléctricas de alto impacto ecológico y social. Además, inicia el remplazo del gas por energías limpias; aprovecha que la neutralidad carbono no significa necesariamente consumo cero de hidrocarburos (siempre habrá consumo residual); es consciente que la política energética es una política sectorial que debe plegarse a la política general de desarrollo y al proyecto de país; asocia indisolublemente las políticas energética, ambiental e industrial. Finalmente, coincide en que es mejor planear de abajo hacia arriba, de la demanda hacia la oferta, y de la necesidad a la manera de satisfacerla; toma en cuenta que la transición energética requiere acceso a recursos económicos y financieros, así como a la tecnología disponible hoy y la que vendrá mañana.

#### NOTA

<sup>1</sup> Cifras a julio de 2022, una vez descontado el autoconsumo de Pemex. CNH.

<sup>2</sup> Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética.

<sup>3</sup> Las compras de gas natural licuado (GNL) son marginales y casi siempre provienen de Texas. México cuenta con tres plantas regasificadoras: dos en el Pacífico (Ensenada y Manzanillo) y una en el golfo de México (Altamira).

<sup>4</sup> Se trata del antiguo sistema troncal de Pemex y está cargo del Cenagas, así como de la red de gasoductos del sector privado.

<sup>5</sup> Cifras de 2021, de acuerdo con el Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía.

<sup>6</sup> CONUEE, Estimación del potencial nacional de cogeneración; sectores: energético, industrial, comercial y de servicios, 2022.

<sup>7</sup> Véase el cuadro 3 del anexo A.

<sup>8</sup> Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética.

<sup>9</sup> Con frecuencia los medios y comentaristas presentar la energía eólica y solar como la solución milagro para reducir las emisiones de gases efecto invernadero porque sol y viento “no cuestan” y es lo más barato para generar electricidad entre las opciones tecnológicas disponibles. En realidad, no son tan baratas considerando los costos asociados a la intermitencia, variabilidad, respaldo, interconexión a la red, huella ecológica, rendimiento energético y disponibilidad de materiales e insumos requeridos para aprovechar esas fuentes de energía a largo plazo. La geopolítica compleja alrededor de los minerales estratégicos también genera costo. Es claro que debemos impulsar el aprovechamiento de las renovables, pero sin omitir estudios completos y rigurosos de sus ventajas, inconvenientes y riesgos.

<sup>10</sup> El restante 5% lo asumen las energías renovables en usos distintos a la generación de electricidad.

<sup>11</sup> La primera causa de los apagones es el mal tiempo (Rojas Nieto, abril 2023).

<sup>12</sup> El promedio mundial de participación de la electricidad en el transporte es 2%. Muy pocos países lo superan: Austria y Suecia (3.2 por ciento), Suiza (4.7), China (3.9), Ucrania (6.2) y Singapur (10.1 por ciento). Citado por Antonio Rojas (Rojas Nieto, abril 2023).

## BIBLIOGRAFÍA

- García Ochoa, Rigoberto y Graizbord, Boris (2016), “Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional”, *Economía, Sociedad y Territorio*, vol.16, no.51 mayo-agosto.
- Mota, Ricardo (2022), *Parlamento Abierto sobre la Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica*, Foro 2, Ciudad de México, 19 de enero.
- Popovich, Nadja y Plumer, Brad (2023), “How electrification became a major tool for fighting climate change”, *New York Times*, 14 de abril, en: <https://www.nytimes.com/interactive/2023/04/14/climate/electric-car-heater-everything.html>
- Rojas Nieto, Antonio (2023), “De recesiones y cambio climático: la duodécima”, *La Jornada*, 16 de abril.
- Rodríguez Padilla, Víctor (2018), “El extravío de la política energética”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>
- SENER (2021), *Balance de energía*, en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/805509/BNE-2021.pdf>
- SENER (2022), *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, 2022-2036*, en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-304042>

## HACIA EL RELANZAMIENTO DE PEMEX

### POST SCRIPTUM\*

DANIEL ROMO RICO\*\*  
SERGIO MARTÍN GALINA HIDALGO\*\*\*

Hacia finales del año 2018, la condición de Petróleos Mexicanos era complicada por efecto de la política económica imperante donde las reglas de mercado habían sido promovidas en la industria con la aprobación de la Reforma Energética de fines de 2013. Ello consumó el silencioso proceso de disminución de poder de mercado de la petrolera estatal que comenzó desde los años ochenta. La pérdida de reservas probadas de hidrocarburos, la tendencia decreciente de la producción de petróleo, gas natural, derivados de petróleo y petroquímicos, así como un notable deterioro financiero, justificaron la propuesta del capítulo “Hacia el relanzamiento de Pemex” (Romo y Galina, 2018). El análisis que aquí desarrollaremos se enfoca a identificar las lecciones aprendidas de la aplicación de la política petrolera nacional y de contrastarla con las propuestas planteadas.

Desde el año 2017 la economía internacional comenzó un proceso de desaceleración, que se agudizó severamente con la pandemia del Covid-19 en 2020, afectando la dinámica económica global. Aunque el proceso de recuperación económica global fue relativamente rápida después del 2021, los conflictos geopolíticos la obstaculizaron, en particular las tensiones políticas entre China y Estados Unidos, y las que se derivaron de los conflictos bélicos entre Rusia y Ucrania (2022) y la invasión en la franja de Gaza (2023).

La afectación en el mercado energético global tuvo como principal actor al petróleo y sus derivados. El paro en el sector transporte originó elevada volatilidad en sus precios, que llegaron a tornarse negativos en algún momento, para luego tender a elevarse, ante la recuperación y las citadas tensiones geopolíticas y bélicas. Entre 2018 y 2023, la demanda global de petróleo

\* Post scriptum al capítulo “Hacia el relanzamiento de Pemex” (Romo y Galina, 2018).

\*\* SEPI-ESIA, Ticomán- Instituto Politécnico Nacional

\*\*\* Instituto Mexicano del Petróleo.

continuó creciendo hasta 102 mmbd (desde 99 mmbd), pese a la caída de 9% en 2020, en un mercado con precios volátiles, que promediaron más de 60 dólares por barril. Esto consolida la relevancia de ese combustible en la economía global, al igual que la del gas natural que cada día tiene mayores usos en la generación limpia de electricidad. Ello en un contexto en donde cambió la dinámica de los intercambios comerciales de hidrocarburos. Rusia redujo los suministros a Europa y los redirigió hacia Asia-Pacífico; Estados Unidos reactivó su producción y elevó sus exportaciones hacia el viejo continente, compensado la menor extracción de Rusia y de las naciones europeas.

En México, la pandemia profundizó la debilidad económica a inicios del sexenio. Aunque se logró una recuperación en los siguientes años, los impactos sobre el adecuado desempeño de las cadenas productivas se preservaron, y con ello, la inflación y la instrumentación de una política de altas tasas de interés para limitar su agudización. Aunque el país se benefició de la relocalización de las cadenas productivas –*nearshoring*–, ello se constituyó en un freno para un mejor desempeño económico, que se conjugaba con la aplicación de una política fiscal restrictiva.

La llegada de un gobierno con una visión diferente en materia de política económica permitió que Petróleos Mexicanos modificara la tendencia al deterioro, lo que contempló la aplicación de varias propuestas planteadas en el citado capítulo, tales como las adicionales reducciones a la carga fiscal y su capitalización. No se culminó la posibilidad de la cesión de capital accionario a los privados a través de los mercados de capitales. Esta propuesta se vislumbraba al amparo del supuesto de la continuación de los gobiernos neoliberales y como una consecuencia del perfil de la política fiscal aplicada, caracterizada por bajos niveles de captación impositiva, escaso margen de maniobra para elevar el gasto público y la necesidad de continuar alentando una política restrictiva. En ese contexto, después del choque económico enfrentado derivado de la pandemia originada por el coronavirus, esa propuesta probablemente se hubiera podido materializar.

Asimismo, los nuevos lineamientos de la política petrolera detuvieron la tendencia por incentivar las inversiones conjuntas (público-privadas), que también se propuso como una medida para fortalecer las actividades en la industria.

Ante el apoyo financiero a Pemex por parte del gobierno desde 2018, como una medida para realzar la rectoría del Estado, se lograron metas relevantes, entre las que resaltan:

- El detener la caída en la producción de hidrocarburos, mediante el incremento en las inversiones en exploración y producción en nuevos campos en tierra y de costa fuera somero. Esto en un entorno en donde

los grandes campos como Cantarell y Ku-Malooop-Zaap aceleraron su proceso de declinación.

- Ante la estrategia de propiciar la seguridad energética, se reforzaron las inversiones y actividades en materia de refinación, tanto para fortalecer la mejora operativa del Sistema Nacional de Refinación y su actualización (aún en proceso), la construcción de una nueva refinería y la adquisición del total del capital accionario de la refinería del Deerpark en Estados Unidos.
- Aliviar las presiones financieras de la petrolera estatal, que se manifestaban en elevado nivel de apalancamiento, totalmente descapitalizada y con pérdidas netas. Aunque los apoyos gubernamentales no han logrado mejorar su situación financiera a los niveles que muestran las petroleras en el mercado, se ha logrado detener el deterioro y operar en mejores condiciones, y al menos conservar las calificaciones de deuda de la mayoría de las instituciones reconocidas.
- Limitar las pérdidas financieras por actividades delincuenciales de robo de combustible, que ha permitido ahorros relevantes y la agudización de un problema que tendía a generalizarse ante la omisión y complacencia de las autoridades.
- Se ha relanzado la producción de fertilizantes con la meta de apoyar al campo mexicano.
- Ante los compromisos adquiridos en materia ambiental, se han apoyado acciones para propiciar un menor impacto ambiental derivado de las operaciones productivas.

Como contraparte, continúan existiendo áreas de oportunidad para limitar los problemas estructurales existentes en la petrolera estatal. Entre los más relevantes, se pueden citar los siguientes:

- La estrategia exploratoria adoptada ha tenido un elevado costo de oportunidad, al dejar a un lado las inversiones realizadas en la exploración de los campos en aguas profundas. Con ello la pérdida de cuantiosos recursos financieros.
- Reconsiderar la explotación de yacimientos de *shale gas*.
- No se ha logrado mejorar la operación de los complejos procesadores de gas, en parte por la insuficiente extracción de ese hidrocarburo.
- No existe una capacidad de almacenamiento robusta y adicionales inversiones para ampliar la red de transporte y distribución de hidrocarburos y derivados.
- Relanzar la petroquímica nacional, que se dejó a la deriva desde finales de los ochenta y en donde se encuentran notables áreas de negocio.

- La condición financiera de Pemex aún es compleja ante el endeudamiento acumulado y el elevado costo financiero.

Se puede concluir, que, a pesar de los grandes problemas estructurales, una política de apoyo gubernamental a Pemex se traduce en una mejora paulatina en su situación financiera y operativa, así como en la posibilidad de retomar la rectoría del Estado en una economía con grandes rezagos sociales y oportunidades de crecimiento. No obstante, la petrolera estatal necesita una mayor capitalización, que además de relanzar sus operaciones, permita aprovechar el potencial de negocios por desarrollar, en particular, en el contexto de la transición energética y de los objetivos de sustentabilidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

Romo Rico, Daniel y Galina Hidalgo, Sergio Martín (2018), “Hacia el relanzamiento de Pemex”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>

## EL RENACER DEL SECTOR ENERGÉTICO NACIONAL: AVANCES Y RESISTENCIAS

POST SCRIPTUM\*

VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA\*\*

En materia energética, el presidente Andrés Manuel López Obrador desechó objetivos y estrategias neoliberales para aplicar una política basada en la soberanía, la seguridad, la autosuficiencia y la sostenibilidad energéticas. Su plan era recuperar el pleno dominio público del petróleo y de la industria eléctrica con tres objetivos: primero, garantizar el suministro de energía en todo el país; segundo, contener el aumento del precio de los combustibles y la electricidad por debajo de la inflación y, tercero, eliminar la dependencia de las importaciones. La médula de la estrategia consistió en frenar la privatización, así como rescatar y fortalecer a Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, mediante mayor inversión, austeridad republicana, combate a la corrupción y apoyos gubernamentales. Otras ideas centrales fueron: elevar las reservas probadas, dejar de exportar petróleo, cesar de importar gasolina y diésel, detener la exportación de petróleo crudo para destinarlo al consumo interno, así como evitar que Pemex y CFE siguieran perdiendo participación en el mercado.

La administración lopezobradorista suspendió las rondas petroleras, así como las subastas de compra de energía eléctrica para suministro básico; dio continuidad a los contratos suscritos por pasadas administraciones que estuvieran libres de corrupción y fraude en contra de las empresas públicas o la nación. En Pemex orientó las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos hacia aguas someras y estructuras terrestres, áreas conocidas por su riqueza petrolera, al tiempo que la obtención temprana de producción se volvió la regla en el desarrollo de nuevos yacimientos.

\* Post scriptum al capítulo “El renacer del sector energético nacional” (Rodríguez, 2018).

\*\* Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Buscó evitar la quema y venteo de gas natural, así como las emisiones fugitivas de metano. Por el lado de la refinación puso en marcha un programa de rehabilitación de las instalaciones existentes, se construyó una nueva refinería (Dos Bocas), adquirió la refinería de Deer Park en Texas (de la cual Pemex ya era socio al 49%), e inició la construcción de dos plantas coquizadoras para la conversión profunda de residuales en las refinerías de Tula y Salina Cruz. De manera frontal combatió el robo y el mercado ilícito de combustibles.

Por su parte, CFE dejó de cerrar centrales, modernizó las hidroeléctricas, amplió el parque de generación con centrales de ciclo combinado para atender el crecimiento de la demanda e inició la construcción de una central fotovoltaica de grandes dimensiones. Se establecieron alianzas con firmas internacionales para ampliar la infraestructura, bajo la condición de no comprometer créditos de la banca de desarrollo, no involucrar la entrega de insumos a precio subsidiados y no afectar el interés nacional.

En el último tramo de su gobierno López Obrador elevó el compromiso ambiental de México: la meta de reducción de gases de efecto invernadero pasó de 22% al 35% hacia 2030; a su vez la meta condicionada a recibir ayuda externa pasó de 36% a 40%. Para honrar ese compromiso se establecieron soluciones basadas en la naturaleza, el transporte bajo en carbono, así como la regulación y el fomento industrial. Destacan el programa sembrando vida, el incremento de las áreas naturales protegidas, la estrategia nacional de carbono azul y la electromovilidad. También sobresale el teletrabajo, el fomento al transporte ferroviario, los proyectos de cogeneración (especialmente en Pemex), así como las normas de eficiencia energética, la estrategia nacional de economía circular y el objetivo de duplicar la capacidad de generación eléctrica con energía hídrica, solar, eólica y geotérmica. El aumento en el compromiso ambiental de México buscaba proteger a la población más vulnerable en términos climáticos, perfilar al país hacia la economía verde, y acelerar la transición ecológica.

La aplicación de la nueva política energética no fue fácil. Desde los primeros días que se puso en marcha enfrentó resistencia por parte de intereses económicos opuestos a todo cambio que afectara proyectos o expectativas de inversión privada, intereses que encontraron aliados en la oposición política, las corrientes de derecha, los medios de comunicación ligados a la oligarquía local y foránea, así como jueces a modo.

La judicialización de la política energética se ha hecho práctica corriente de compañías extranjeras, partidos y organismos opositores a la 4T, algunos disfrazados de sociedad civil, e incluso organismos gubernamentales autónomos como la Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE).

Tribunales administrativos han concedido amparos y frenado de manera provisional o definitiva, total o parcialmente, diversas medidas, entre ellas las siguientes: i) el acuerdo del Cenace para garantizar la confiabilidad de la red eléctrica; ii) la política de confiabilidad eléctrica emitida por la Secretaría de Energía; iii) la nueva metodología para establecer el cargo por el servicio de porteo de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía renovables y cogeneración eficiente; iv) el Programa Sectorial de Energía 2020-2024; v) la reforma a la Ley de Hidrocarburos, cuyo objeto central era prevenir y combatir el mercado negro de petrolíferos; vi) la estrategia de garantía de suministro de gas natural en el marco de la optimización de la capacidad en el sistema nacional de transporte y almacenamiento de ese hidrocarburo; vii) la multa de 9 mil 145 millones de pesos que le aplicó la CRE a Iberdrola por ventas ilegales de electricidad; viii) la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica; ix) las restricciones a la interconexión de centrales a la red eléctrica establecidas por el Cenace para preservar la confiabilidad.

En julio de 2020 el presidente López Obrador advirtió que el rescate y fortalecimiento de Pemex y CFE continuarían hasta donde lo permitiera el marco jurídico vigente, pero si éste llegara a convertirse en un obstáculo o en una limitante insuperable, propondría iniciativas, incluso una reforma constitucional, para que el Congreso procediera a realizar los ajustes necesarios. Siete meses después, en febrero de 2021, el primer mandatario envió al Congreso una iniciativa de reforma a la Ley de la Industria Eléctrica, la cual consistía esencialmente de siete puntos: i) cambiar las reglas de ingreso de la electricidad a la red eléctrica para asegurar el despacho de las centrales de la CFE; ii) introducir los Contratos de Cobertura Eléctrica con Compromiso de Entrega Física, con la finalidad de que CFE Suministrador de Servicios Básicos (SSB) dispusiera de energía y capacidad eléctricas reales, para garantizar el servicio de electricidad en condiciones económicas y elevada confiabilidad; iii) sujetar los permisos para generar, conducir y comercializar electricidad a los criterios de planeación del Sistema Eléctrico Nacional emitidos por la Secretaría de Energía; iv) cambiar las reglas de otorgamiento de los Certificados de Energías Limpias para que no dependieran de la propiedad o la fecha de inicio de las operaciones comerciales de las centrales eléctricas; v) eliminar la obligación de CFE SSB de adquirir únicamente mediante subasta la electricidad,<sup>1</sup> para permitirle comprar electricidad a CFE Generación; vi) revocar los permisos de autoabastecimiento obtenidos mediante actos constitutivos de fraude a la ley; vii) revisar la legalidad y la rentabilidad para el gobierno federal de los contratos con productores independientes, suscritos por la CFE al amparo de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE).

La reforma fue aprobada por el Congreso, entró en vigor en marzo de 2021, fue declarada constitucional por el pleno de la SCJN en 2022, pero resultó inaplicable debido a los amparos resueltos en las salas de la Corte.

Frente al cerrojo judicial el presidente López Obrador sometió al Congreso una iniciativa de reforma constitucional el 30 de septiembre de 2021, la cual no logró reunir los votos suficientes para su aprobación. Los puntos nodales de la iniciativa eran los siguientes: i) elevar a rango constitucional la responsabilidad del Estado de preservar la seguridad y autosuficiencia energéticas y el abastecimiento de energía eléctrica a toda la población; ii) incluir dentro de las áreas estratégicas a cargo del Estado al litio y a los materiales estratégicos para la transición energética; iii) hacer de la electricidad un área estratégica reservada a la nación, que incluyera generación, conducción, transformación, distribución y abastecimiento; iv) responsabilizar al Estado de la conducción de la transición energética; v) establecer la rectoría del Estado en las industrias requeridas para la transición energética, en adelante consideradas áreas prioritarias para el desarrollo nacional; vi) responsabilizar a la CFE de la electricidad y el sistema eléctrico nacional, incluyendo su planeación y control, así como de la ejecución de la transición energética en materia de electricidad; vii) determinar que CFE generaría al menos el 54% de la energía eléctrica requerida por el país; viii) hacer del abastecimiento de energía eléctrica un servicio público prestado exclusivamente por la CFE.

En los artículos transitorios el presidente de la República propuso: i) cancelar los permisos de generación eléctrica y los contratos de compra-venta de electricidad con el sector privado; ii) convertir a la CFE en organismo de Estado responsable del área estratégica de la electricidad; iii) suprimir la disgregación de CFE en empresas subsidiarias y filiales para crear un organismo de Estado integrado vertical y horizontalmente; iv) reincorporar al CENACE a la CFE; v) despachar primero las centrales de la CFE por mérito económico, cumpliendo con criterios de confiabilidad, continuidad y estabilidad; vi) despachar después a las centrales privadas con base en los costos totales de producción para garantizar el costo más bajo para el servicio público; vii) autorizar a la CFE a celebrar contratos bilaterales de largo plazo y compras de corto plazo de electricidad privada; viii) autorizar a la CFE a determinar las tarifas de las redes de transmisión y distribución, así como las tarifas para usuarios finales; ix) cancelar los certificados de energías limpias; x) cerrar la CRE y la CNH pero incorporando su estructura y atribuciones a la Secretaría de Energía; xi) sujetar la generación privada de electricidad a la planeación y control de la CFE.

De tales fracasos quedó claro que se necesitaban cambios legislativos profundos para garantizar la soberanía, mejorar la seguridad y acelerar la transición energética. Al no renovarse las bases constitucionales fue imposible implementar de manera integral la política energética de la 4T, lo único que se logró fue mitigar los efectos de la reforma energética neoliberal. La esperanza vendría por el lado de la renovación del Congreso en 2024.

## NOTAS

<sup>1</sup> Aparentemente las subastas permitían obtener electricidad al precio más bajo del mercado; sin embargo, la realidad era otra. La compra de esa energía implicaba para la CFE asumir costos de porteo, respaldo y servicios auxiliares que no asumían los generadores privados. Tales subastas ocultaban el verdadero costo social de la electricidad privada. Ese procedimiento –las subastas– les garantiza a los privados la venta segura y rentable de electricidad, sin importarles las afectaciones que causan en la red eléctrica y en las finanzas de la CFE.

## BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Padilla, Víctor (2018), “El renacer del sector energético nacional”, en Calva, José Luis (coord.), *Futuro de la energía en México*, México: Juan Pablos Editor y Consejo Nacional de Universitarios, en: <https://www.consejonacionaldeuniversitarios.mx/futuro-de-la-energia-en-mexico/>

*La transición energética de México*  
volumen 8 de la colección  
*Agenda para el desarrollo 2024-2030*  
coordinada por José Luis Calva,  
se terminó en 2024  
en Editorial Fontamara, S.A. de C.V.  
Av. Hidalgo No. 47-b, Colonia Del Carmen,  
Alcaldía Coyoacán, 04100, CDMX, México.  
Tels. 555659-7117 y 555659-7978  
Email: [contacto@fontamara.com.mx](mailto:contacto@fontamara.com.mx)  
[www.fontamara.com.mx](http://www.fontamara.com.mx)

editorial  
**fontamara**