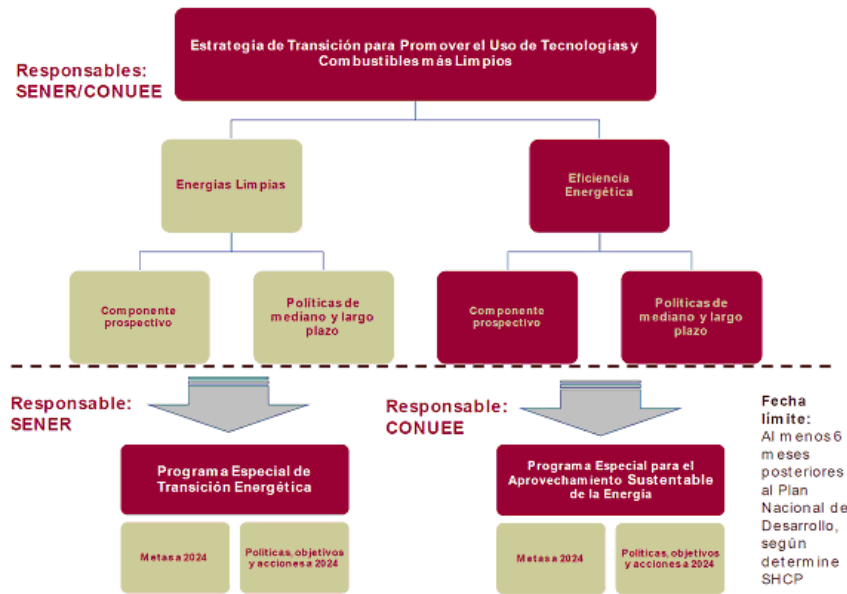


calendarios de los programas sectoriales y especiales, lo cual ocurre posteriormente a la publicación del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Considerando lo establecido en la LTE y su Reglamento, las metas que establezcan tanto el PETE como el PRONASE hacia 2024, deberán estar en alineación y congruencia con las trayectorias prospectivas actualizadas de generación de electricidad con energías limpias y de eficiencia energética para alcanzar las metas en 2035 y 2050, respectivamente (Figura 1).

FIGURA 1. ALINEACIÓN DE METAS DE ENERGÍAS LIMPIAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DE LA LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA



Fuente: Ley de Transición Energética.

PANORAMA INTERNACIONAL DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir del año 1973, cuando la economía global enfrentó su primera crisis de precios del petróleo, el interés en alternativas a este combustible se aceleró gradualmente. El encarecimiento del petróleo apresuró la investigación, desarrollo y salida al mercado de tecnologías nuevas o mejoradas, que aumentaron el rendimiento energético de los equipos y sistemas que dependen del mismo o que, particularmente en la generación de electricidad, aprovechan recursos renovables como la irradiación solar, el viento o la bioenergía. Esto inició un proceso de avances que hoy se refleja en precios unitarios de energía que compiten con los equivalentes que funcionan con combustibles fósiles.

En este escenario de cambio tecnológico se ubican también los asociados a la arquitectura misma del sector eléctrico, donde existe una transformación que lleva aceleradamente de un sistema centralizado, con grandes Centrales Eléctricas que funcionan fuera de las ciudades, a uno donde operan muchas plantas pequeñas en la propia instalación de los usuarios finales con capacidad de almacenamiento.

Asimismo, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han generado una mayor integración de los sistemas, ampliando el alcance de los sistemas energéticos en su funcionamiento más allá de las Centrales Eléctricas y las redes de transporte y distribución para incluir a los equipos de los usuarios finales como parte funcional de esos sistemas.

En particular, resaltan los siguientes procesos: oferta energética a partir de energías renovables, que sea competitiva con los combustibles fósiles; oferta de equipos de uso final con mayor rendimiento energético; y desarrollo acelerado de tecnologías integradoras.

2.1 Oferta energética a partir de energías renovables y limpias competitivas con combustibles fósiles

Entre las tecnologías para aprovechar las energías renovables que más han evolucionado en los últimos años, y que se ubican como las más competitivas respecto de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles en el mediano plazo, están las que aprovechan el viento y la energía solar fotovoltaica.

- Energía eólica.** Uno de los procesos más relevantes en tecnología de generación de electricidad de los últimos 30 años ha sido la maduración y abaratamiento de la tecnología de aprovechamiento del viento, lo que ha llevado a un crecimiento extraordinario de la capacidad instalada de estos sistemas, impulsado por el hecho de que, a partir de 1982 a la fecha, el costo de instalación de plantas eólicas ha bajado en más de 60%(2).
- Energía solar fotovoltaica.** La generación de electricidad a partir de energía solar, muy particularmente a través de celdas fotovoltaicas, se ha convertido en una alternativa muy competitiva a partir del abaratamiento de los equipos de aprovechamiento, con una reducción de precio de más de 90% en 30 años(3).

Otras fuentes de energía limpia importantes y aplicables para México son:

- Energías del océano.** El aprovechamiento de la energía asociada al mar ya sea por oleaje, marea, salinidad o conversión térmica es de gran importancia para países con grandes áreas costeras. Aunque aún es incipiente en cuanto a inversiones, entre 2010 y 2018 la capacidad instalada a nivel mundial pasó de 250 MW a 532 MW.(4)
- Geotermia.** La energía geotérmica puede utilizarse para calefacción, enfriamiento o generación de electricidad. Los principales beneficios son que no depende de las condiciones del clima y tiene altos factores de capacidad, por lo que es idónea para suministrar electricidad de carga base, así como proveer servicios auxiliares y, en algunos casos, asegurar flexibilidad de corto y largo plazo. La capacidad instalada entre 2010 y 2018 pasó de 9,998 MW a 13,329 MW a nivel internacional.(5)
- Bioenergía.** Cerca del 75% de la energía renovable utilizada en el mundo involucra bioenergía, con más de la mitad de ese consumo relacionado con uso tradicional de biomasa. La bioenergía representa casi 10% del total del consumo final de energía y representó 1.4% de la generación eléctrica en 2015. La biomasa tiene un potencial significativo para aumentar la oferta energética en países densamente poblados, que tienen una demanda de energía en aumento, ya que se puede utilizar directamente para calefacción, generación de electricidad, o también puede convertirse en sustitutos de petrolíferos y gas. Entre 2010 y 2018, la capacidad instalada pasó de 67,929 MW a 115,731 MW en el mundo, contabilizando biomasa sólida, biogás, desechos renovables y biocombustibles líquidos.(6)

- **Cogeneración eficiente.** Las aplicaciones donde se utiliza la cogeneración corresponden a las industriales, comerciales, residenciales y de calefacción de distrito. Los avances tecnológicos han llevado a la disponibilidad de sistemas de cogeneración más pequeños, con menores costos y niveles de emisiones, además de adaptables a usos particulares. Como resultado, la cogeneración ha aumentado en aplicaciones pequeñas para los sectores comercial y servicios.(7)

2.2 Oferta de equipos de uso final con mayor rendimiento energético

Por el lado de la demanda de energía y de los equipos que proveen servicios energéticos, en los últimos cuarenta años se han dado mejoras tecnológicas muy relevantes en cuanto a materia prima, equipos que han mejorado sus diseños e integran mejores materiales, y sistemas que integran esos equipos y materiales, lo cual ha llevado a tener un mayor nivel de eficiencia energética para proveer de esos servicios.

- **Tecnologías del autotransporte a partir de combustibles fósiles.** Una de las tecnologías que fue directamente afectada por el aumento de los precios del petróleo desde mediados de los años setenta fue la de los vehículos automotores, particularmente el automóvil, que ha evolucionado para utilizar cada vez menos combustible, es decir, mejorar su rendimiento.
- **Vehículos eléctricos.** Aunque relativamente reciente como tendencia, también es relevante la creciente importancia de los vehículos eléctricos como alternativa a los que utilizan combustibles fósiles. Los motores eléctricos pueden convertir más del 90 por ciento de la energía en movimiento, mientras que los motores a gasolina no llegan más allá de un 45% de eficiencia.(8)
- **Tecnologías de iluminación.** En los últimos veinte años se han visto grandes avances tecnológicos que permiten una significativa mejora en la eficiencia energética de la tecnología asociada a la iluminación y se espera que la eficacia de las lámparas de diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés) siga creciendo hasta niveles cercanos a los 200 lúmenes/Watt, mientras que su costo tiende a ser similar al de las incandescentes y fluorescentes compactas (LFC) en pocos años.(9)
- **Tecnologías de electrodomésticos.** Los refrigeradores de uso doméstico han tenido un incremento muy notable en su eficiencia energética en las últimas cuatro décadas y, mientras que el tamaño promedio de los modelos de refrigeradores que han entrado al mercado ha aumentado, su uso de energía se ha reducido en más de tres cuartas partes, todo esto acompañado por una reducción de dos tercios en su precio promedio por unidad. Esto también ha ocurrido en equipos como lavadoras de ropa y aires acondicionados que han mejorado su eficiencia energética en más de 50% en las últimas dos décadas.
- **Tecnologías para la manufactura.** En el campo de la manufactura se identifican varias corrientes de cambio que tienen o tendrán efecto significativo en la demanda de energía hacia el futuro en ese sector: (1) la de los materiales, donde se perfilan cambios con el descubrimiento de nuevas clases de polímeros termoeestables que son reciclables en un grado cercano al 100%; (2) nuevas formas de producción, como la fabricación aditiva, la cual se lleva a cabo con material suelto, ya sea líquido o en polvo, que se ensambla en una forma tridimensional a partir de un diseño digital, lo que permite productos altamente personalizados para el usuario final, a diferencia de los bienes producidos en masa, y (3) la llamada manufactura inteligente que involucra el uso de las TIC para integrar todos los aspectos de la fabricación.

2.3 Desarrollo acelerado de tecnologías integradoras

Además de los procesos que han llevado a que hoy día se disponga de una amplia variedad de tecnologías de generación en pequeña escala y que operan en las propias instalaciones de los usuarios finales, y de la mejora de la eficiencia energética de los equipos, se presentan otros procesos que las integran a la red eléctrica, como la generación distribuida, y los que complementan y mejoran esa integración, específicamente a través de las TIC y de los sistemas de almacenamiento de energía, mismos que llevan a las llamadas redes inteligentes.

- **Generación distribuida y las redes inteligentes.** Hay un aumento de la generación descentralizada de electricidad que está llevando a que la red eléctrica, que funciona como un conjunto interconectado de redes pequeñas, medianas y grandes, tenga una relación bidireccional entre el productor y el consumidor. En esta nueva arquitectura, la medición y facturación de los intercambios de energía se determina por tarifas que permiten precios variables a lo largo del día y dependientes de las condiciones de la red en el contexto local y regional, lo cual permitirá estrategias flexibles de negociación de compra y venta de electricidad entre el usuario y la red. Esta nueva complejidad en las redes eléctricas, junto con la integración creciente de tecnologías de la información que permiten una medición detallada, así como el registro múltiple y análisis en tiempo real de flujos de energía, empuja a los sistemas conocidos como redes inteligentes.
- **El internet de las cosas y el "Big data".** Hoy día alrededor de 20 mil millones de celulares, tabletas, televisiones, termostatos y medidores inteligentes que monitorean el uso del agua y la energía, están conectados en lo que se ha dado en llamar el "Internet de las cosas" y se espera que este número aumente a 30 mil millones en 2020.(10) Las implicaciones de este proceso son variadas: (a) un mayor consumo de energía en los dispositivos para medir, registrar, enviar y recibir información; (b) una mejor operación de esos equipos con un menor consumo por la disminución de los tiempos de operación o su intensidad de uso; y (c) un mayor consumo en los llamados centros de datos que manejan los crecientes volúmenes de datos que implica el Internet de las cosas haciendo que estos centros sean los que tienen más rápido crecimiento como consumidores de energía en el mundo.(11) Inclusive, a los centros de datos se les identifica ya como posibles sujetos de acciones de eficiencia energética. Existen estudios que muestran que la gran mayoría de los centros de datos operan la mayor parte del tiempo haciendo poco o ningún trabajo, demandando energía sin dar servicio. Por la misma razón, abundan las oportunidades para reducir su desperdicio de energía.(12) A su vez, de acuerdo con la Academia de Ingeniería del Reino Unido, la generación de grandes cantidades de datos ('Big data') como resultado del uso creciente de ordenadores, sensores, y otros dispositivos digitales, combinados con sistemas conectados cada vez más en red y con mayor capacidad de análisis, ayudará a mejorar, e incluso transformar, cómo operan todos los sectores de la economía.(13)
- **Almacenamiento.** La constante mejora en las tecnologías de almacenamiento de energía, permitirán mayor flexibilidad en el sistema de generación de electricidad, acceso a energía para zonas aisladas, así como la integración de energía renovable en sectores de uso final como el transporte, residencial, comercial y servicios. El almacenamiento de energía se puede dar en diferentes escalas, desde centrales de generación, para mantener márgenes de reserva adecuados y capacidad de respuesta a contingencias; soporte a la red de transmisión y distribución; asegurar la disponibilidad de energía eléctrica en edificios, hasta las baterías de automóviles eléctricos. Para este elemento de uso creciente en todo tipo de instalaciones se espera una reducción de precio de entre 50% y 66% para el año 2030, impulsado por las ventas de automóviles eléctricos y la demanda de baterías estacionarias para almacenar el exceso de energía en los edificios, particularmente en aquellos que cuentan con una instalación de generación de electricidad con energía solar en su techo.(14)

LAS MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES DE POLÍTICA PÚBLICA

En una perspectiva de transición energética que incluye aspectos diversos de política pública que combinan la búsqueda de la soberanía energética, el combate a la contaminación ambiental y el desarrollo de las capacidades nacionales de desarrollo de las tecnologías se identifican, por un lado, planes nacionales de gran alcance en países como Alemania, China y Francia. Por otro lado, se identifican los instrumentos genéricos de esas políticas que, según las circunstancias, combinan las de acción directa del Estado con las que promueven y facilitan el juego de las fuerzas del mercado.

3.1 Planes nacionales de gran alcance

En el contexto internacional se tienen referencias de políticas públicas nacionales con perspectivas de una transición energética soberana. Como referencia, se anotan las de tres economías muy relevantes: Alemania, Francia y China.

Alemania: la *Energiewende* e "Industria 4.0"

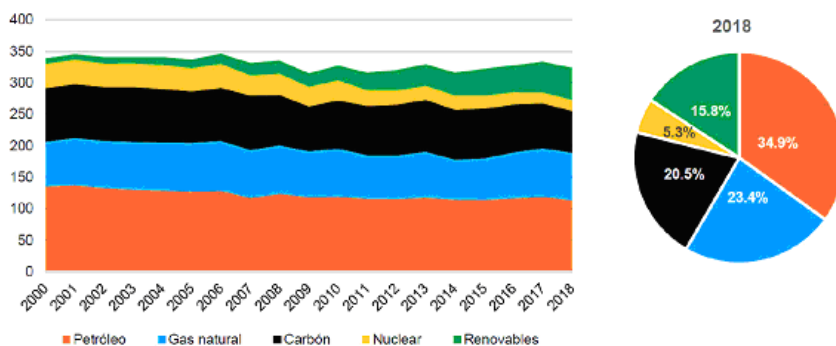
La *Energiewende*, término alemán que representa su transición energética, tiene como propósito central lograr un suministro de energía confiable, seguro y responsable con el medio ambiente. Sus componentes principales están basados en una mayor participación de las energías renovables en la matriz energética, así como una mayor eficiencia energética. Sus objetivos principales son apoyar en la lucha contra el cambio climático, reducir la importación de energía, estimular la innovación tecnológica y una economía verde, reducir y eliminar los riesgos de la energía nuclear, garantizar la seguridad energética, así como fortalecer a las economías locales.

La "Industria 4.0" de Alemania (I40) está en línea con los enfoques alemán y japonés para el desarrollo económico y la innovación. La estrategia I40 se lanzó en 2013 para "consolidar el liderazgo tecnológico alemán en ingeniería mecánica", se basa en la Estrategia de Alta Tecnología 2020 del gobierno alemán y es uno de sus 10 proyectos clave. Durante un periodo de 10 a 15 años, el plan es "impulsar la fabricación digital mediante el aumento de la digitalización y la interconexión de productos". Esto implica adoptar tecnología de la información e internet de las cosas para conectar a sus pequeñas y medianas empresas con la producción mundial.

En cuanto a los resultados obtenidos por Alemania, se tiene que mientras en el año 2000 las energías renovables representaban 2.6% de total de energía de su matriz energética, para el año 2018 se incrementó la participación de estas a 15.8%. Si bien el petróleo, el gas natural y el carbón siguen siendo la base del 79% de su requerimiento energético, destaca que en 18 años las energías renovables crecieron cerca de 5 veces en términos de consumo de energía y además el consumo nacional de energía de Alemania disminuyó 0.3% por año durante el periodo de análisis (Figura 2).

FIGURA 2. EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE ALEMANIA, 2000-2018

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo crudo)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

Francia: Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde(15)

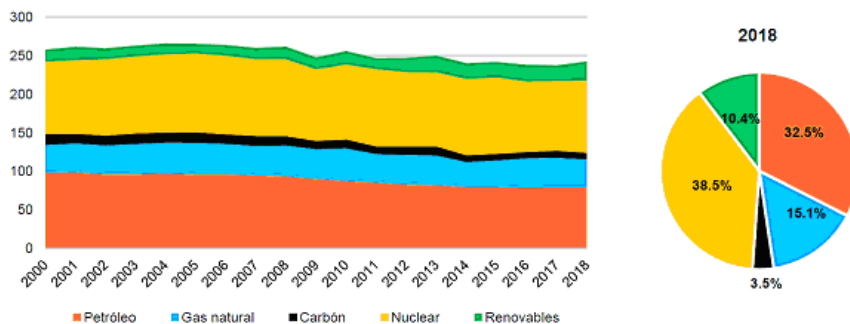
La Transición Energética en Francia es un plan hacia un nuevo modelo energético, más fuerte y sustentable en su respuesta hacia retos en el suministro de energía, cambio en precios, el agotamiento de recursos y protección al medio ambiente. De manera particular, la Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde (2015), así como sus planes de trabajo relacionados, están diseñados para proporcionar a Francia los medios para contribuir en la lucha contra el cambio climático, a la vez que fortalece su independencia energética al diversificar su matriz energética. Esta Ley proporciona un marco para la acción conjunta entre ciudadanos, empresas, provincias y el gobierno nacional, estableciendo metas para el mediano y largo plazo.

Uno de los mayores retos que se vislumbran para la transición energética en Francia consiste en la implementación efectiva de las medidas de eficiencia energética, consideradas la piedra angular de esta transición. De manera particular, se destaca la necesidad de fortalecer los esquemas de apoyo existentes, como créditos y préstamos; fortalecer los programas que reducen el consumo energético de aparatos y hogares; así como desarrollar instrumentos financieros a gran escala para el reacondicionamiento de edificios.

En el caso de Francia, destaca que las energías renovables incrementaron su participación en la matriz energética de 6.1% a 10.4% entre 2000 y 2018. Al igual que Alemania, donde el carbón sigue teniendo una participación significativa, en Francia la energía nuclear y a los derivados del petróleo tienen también una alta participación en la matriz energética, las cuales se han sustituido poco a poco por las energías renovables. Mientras que, en el año 2000, el petróleo y la energía nuclear representaron 75% de la matriz energética de Francia, para el año 2018 estas energías disminuyeron su participación conjunta a 71% del total consumido en dicho año. Asimismo, el crecimiento de su consumo nacional de energía se estabilizó y comenzó una disminución de 0.3% por año a partir del año 2000 y hasta 2018 (Figura 3).

FIGURA 3. EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE FRANCIA, 2000-2018

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo crudo)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

China: Hecho en China 2025

El objetivo de *Hecho en China 2025* es reducir la dependencia en las importaciones de tecnología extranjera e invertir fuertemente en sus propias innovaciones para crear compañías chinas que puedan competir tanto a nivel nacional como internacional.

Esta estrategia integral de 10 años se centra en gran medida en la fabricación inteligente en 10 sectores estratégicos y tiene el objetivo de asegurar la posición de China como una potencia mundial en industrias de alta tecnología como la robótica, la aviación y vehículos de combustibles alternos, como electricidad y biogás. Este plan impulsado por la investigación y el desarrollo es visto como un elemento crítico para el crecimiento sostenido y la competitividad de China en las próximas décadas a medida que se

convierte en una economía desarrollada. También busca asegurar que los fabricantes chinos sigan siendo competitivos con los productores emergentes de bajo costo, como Vietnam.

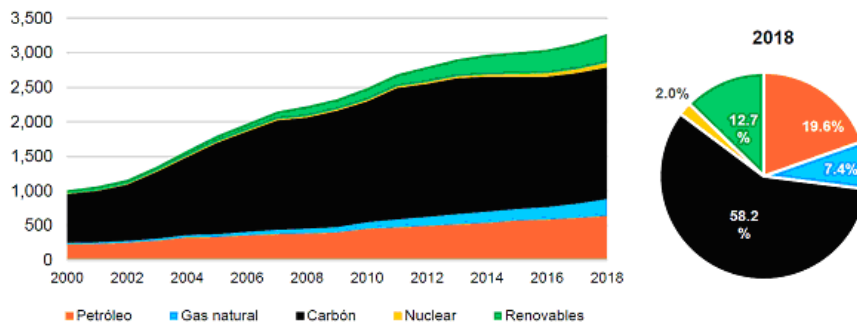
El plan implica reemplazar la dependencia de China en las importaciones de tecnología extranjera con sus propias innovaciones y crear compañías chinas que puedan competir tanto a nivel nacional como internacional. Por lo tanto, hay un fuerte énfasis en su proceso de fabricación nacional donde se busca aumentar la producción, no solamente en los componentes esenciales, sino también en el producto final.

Otras directrices incluyen el cumplimiento de los objetivos de desarrollo verde. El desarrollo verde será importante para las estrategias del gobierno chino en cuanto a combatir el cambio climático y abordar el impacto de la industrialización en la salud y el medio ambiente.

El desarrollo económico de China hizo que su consumo nacional de energía se triplicara entre 2000 y 2018, destacando que el abastecimiento de energías renovables creció 8 veces en el mismo periodo, incrementando su participación de 5% a 12.7% en la matriz energética china entre 2000 y 2018. Así, las energías renovables han ganado terreno respecto al carbón y el petróleo, que han disminuido su participación conjunta de 92.5% a 77.8% entre 2000 y 2018 (Figura 4).

FIGURA 4. EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE CHINA, 2000-2018

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo crudo)



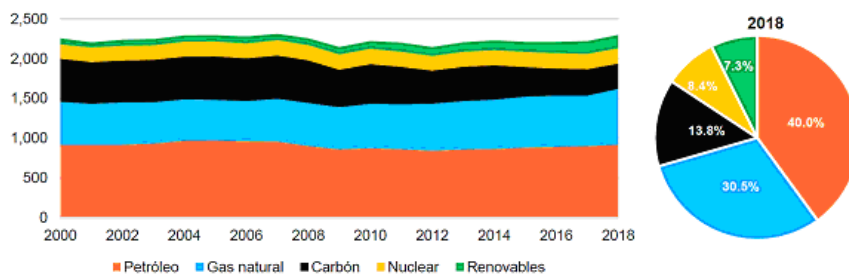
Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

Otra referencia: Estados Unidos

Dada la vinculación de las cadenas productivas de la industria nacional, si bien no se considera una referencia como estrategia de transición energética, si es importante conocer la evolución de la matriz energética de Estados Unidos. Dicho país posee una base fuerte de petróleo y de gas natural dentro de la configuración de su matriz energética, los cuales representan 40% y 30%, respectivamente. Las energías renovables participan en 7.3% (Figura 5).

FIGURA 5. EVOLUCIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA DE ESTADOS UNIDOS, 2000-2018

(Millones de toneladas equivalentes de petróleo crudo)



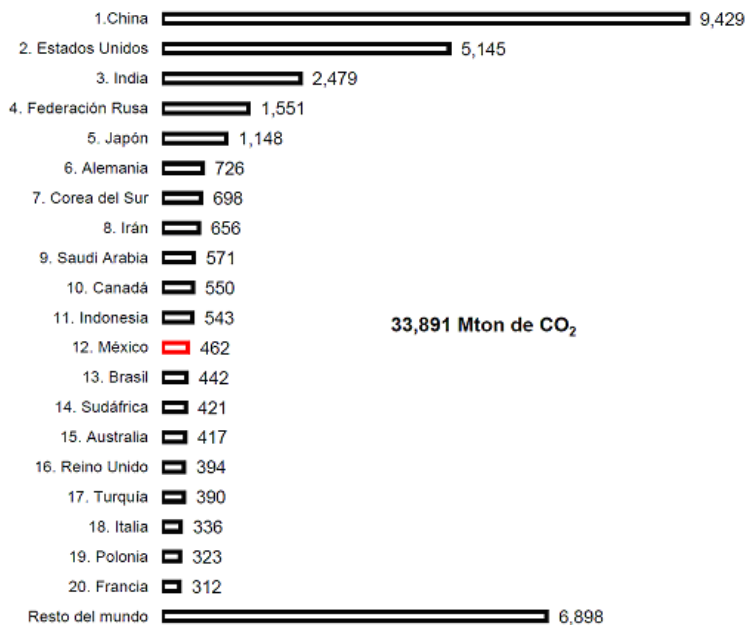
Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

3.2 Emisiones mundiales de dióxido de carbono derivado del consumo de energía

En el contexto internacional, las distintas economías desarrollan acciones y estrategias de transición energética basadas en mantener un desarrollo sustentable que les permita a los países no poner en riesgo la productividad de sus economías. A partir del consumo primario de cada matriz energética, en 2018 se estima que las emisiones de dióxido de carbono llegaron a 33,891 millones de toneladas de CO₂. Al respecto cabe mencionar que 20 países concentran el 80% de las emisiones globales de CO₂, sin embargo, China y Estados Unidos concentran 43% del total mundial y otros 18 países producen el restante 37%. En el caso de México, se ubica en este grupo de economías y es el doceavo emisor de este contaminante en el mundo (Figura 6).

FIGURA 6. PRINCIPALES PAÍSES EMISORES DE DIÓXIDO DE CARBONO EN 2018

(Millones de toneladas de CO₂)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

1 De acuerdo con la fuente, las emisiones de dióxido de carbono se calcularon a partir de actividades relacionadas a la combustión por consumo de petróleo, el gas natural y carbón. Los factores de emisión de CO₂ usados en todos países corresponden a los establecidos en la Guía para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006 por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (el IPCC, por sus siglas en inglés).

3.3 Las mejores prácticas internacionales de instrumentos de política pública

La transición que inicia a principios de la década de los setenta del siglo pasado, ha permitido diseñar y probar diversos mecanismos para impulsar la entrada al mercado de una gran variedad de tecnologías de energías limpias y de ahorro y uso eficiente de la energía. Éstos se ubican en ocho categorías generales: investigación y desarrollo; económicos; regulatorios; compras de gobierno; de mercado; de información; institucionales; y de desarrollo de capacidades.

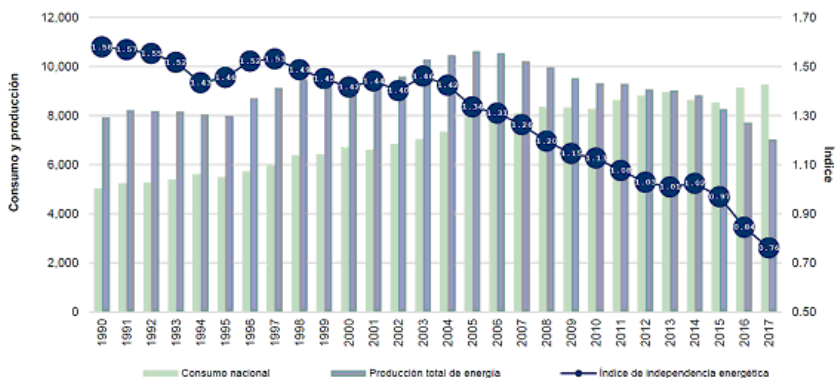
- **Investigación y desarrollo.** Las acciones de investigación y desarrollo son relevantes en el avance de las tecnologías asociadas al aprovechamiento de energías renovables y de la eficiencia energética y están ligadas a la capacidad soberana de desarrollo de las naciones. La investigación que ha sido patrocinada por los gobiernos nacionales en temas como materiales, equipos, sistemas simples y complejos, ha sido clave para que hoy día tengamos en el mercado tecnologías que ya son de uso generalizado.(16) Ejemplos de las aplicaciones de los trabajos de institutos y centros de investigación con apoyo gubernamental destacan en el campo de la producción y transformación de energía, su transporte y distribución y en su uso final. Igualmente, la investigación en procesos económicos y sociales y en todo tipo de contextos políticos ha permitido diseñar, implantar, operar y evaluar políticas públicas exitosas en la transición energética.(17)
- **Instrumentos económicos.** De acuerdo con el Consejo Mundial de Energía (WEC, por sus siglas en inglés), los incentivos que aplican los gobiernos para la promoción de las energías limpias y el uso eficiente de la energía son de dos tipos: instrumentos económicos e incentivos fiscales.(18) Entre los primeros destacan los subsidios a las inversiones y los préstamos a una tasa de interés menor a la del mercado. Entre los incentivos fiscales, los más comunes son la depreciación acelerada, los créditos y las reducciones fiscales. Una subcategoría adicional son las exenciones tarifarias a bienes importados.
- **Instrumentos regulatorios de comando y control.** Las regulaciones de comando y control son aquellas en las que el gobierno o agencias de regulación independientes establecen leyes, reglas y estándares que los consumidores y los proveedores están obligados a seguir. En esta línea, se identifican a la regulación económica, a la regulación técnica y a las obligaciones de mediano y largo plazo incluidas en planes y programas.
- **Compras de gobierno.** El gran volumen de compras de productos y servicios que realizan los gobiernos los convierten en importantes actores de mercado que pueden marcar la pauta en los mismos. Los programas de compras de gobierno funcionan a partir de reglas obligatorias de compras y arrendamientos de productos, sistemas y servicios con características que favorecen a los que tienen mayor eficiencia energética y/o aprovechan energía limpia. Por ejemplo, en Estados Unidos de América se requiere que los productos que se adquieran por el gobierno federal tengan nivel *Energy Star*, que significa que tienen un nivel superior de eficiencia a los mínimos que establecen las regulaciones federales.(19)
- **Mecanismos de mercado.** Los mecanismos de mercado aprovechan la competencia entre sus actores para lograr la mejor oferta a los mejores precios para productos y servicios. Ha demostrado su utilidad en la práctica internacional el desarrollo creciente de las llamadas asociaciones público-privadas (APP) las cuales se han convertido en un mecanismo de financiamiento para proyectos de infraestructura.
- **De información.** Los programas de información buscan generar conciencia de las oportunidades que representan las energías renovables y el ahorro y uso eficiente de la energía. Este tipo de programas son un elemento importante de la cartera de políticas de eficiencia energética. Además de alertar a los individuos y a las empresas sobre las oportunidades más rentables y permitir el acceso a información precisa sobre el rendimiento de los equipos y sistemas, llevan a reducir la incertidumbre en cuanto al riesgo asociado con las nuevas tecnologías. Estos programas toman una variedad de formas, generalmente con apoyo gubernamental, incluyendo talleres educativos y programas de capacitación para los profesionales, publicidad, etiquetado de productos, y auditorías de instalaciones que usan energía. También se incluye la integración y difusión de opiniones sobre proveedores de equipos, empresas y consultores.(20)
- **Institucionales.** Un factor común en los marcos y estructuras de acción para llevar adelante las políticas de promoción de las energías renovables y, particularmente, en el ahorro y uso eficiente de la energía, es la existencia de instituciones especializadas con carácter primordialmente de facilitadoras de los procesos de diseño, implantación, operación y/o evaluación de proyectos, programas y, en general, de políticas públicas establecidas para esos propósitos.(21)
- **Desarrollo de capacidades.** Las diferencias y deficiencias en materia de capacitación se han convertido en un obstáculo para las economías en los países industriales y en desarrollo. El vínculo más débil en la cadena de producción es el que determinará el nivel de desempeño que se puede conseguir. Por lo anterior, la no disponibilidad de mano de obra especializada puede ser un obstáculo para la industria asociada a la transición energética donde crece la demanda de

DIAGNÓSTICO

4.1 SUMINISTRO NACIONAL DE ENERGÍA Y AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA

FIGURA 7. ÍNDICE DE INDEPENDENCIA ENERGÉTICA, PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA. 1990-2017

(Petajoules e Índice)

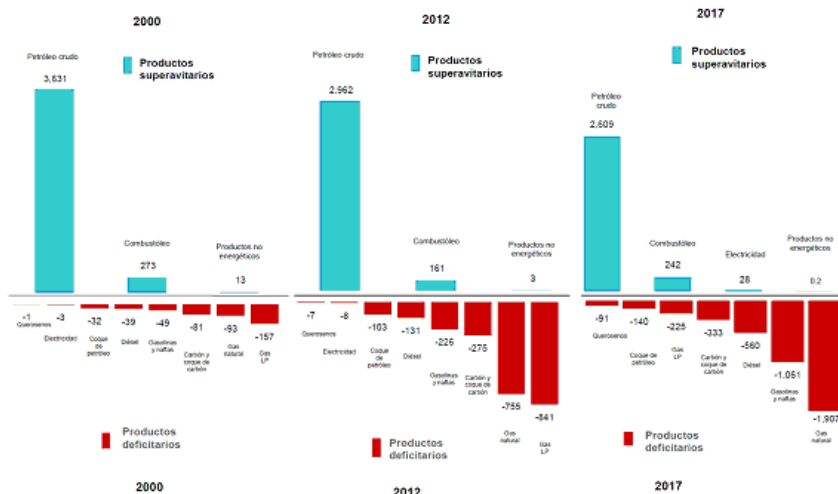


Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.

En este contexto, México ha mantenido la producción de petróleo y combustóleo en un estatus superavitario. El petróleo se mantuvo en esta condición en las últimas décadas, dado que no se incrementó significativamente la capacidad de refinación en territorio nacional, y se desarrolló una dinámica de exportación de petróleo e importaciones incrementales de gasolinas. Por otra parte, el combustóleo que se producía en México fue sustituido por otros energéticos que comenzaron a importarse en forma creciente tales como el gas natural, carbón y coque de petróleo. Además, no se han podido reconfigurar completamente las refinerías nacionales para disminuir la oferta de este petrolífero (Figura 8).

FIGURA 8. SALDO NETO DE LA BALANZA COMERCIAL POR FUENTE DE ENERGÍA, 2000, 2012 Y 2017

(Petajoules)

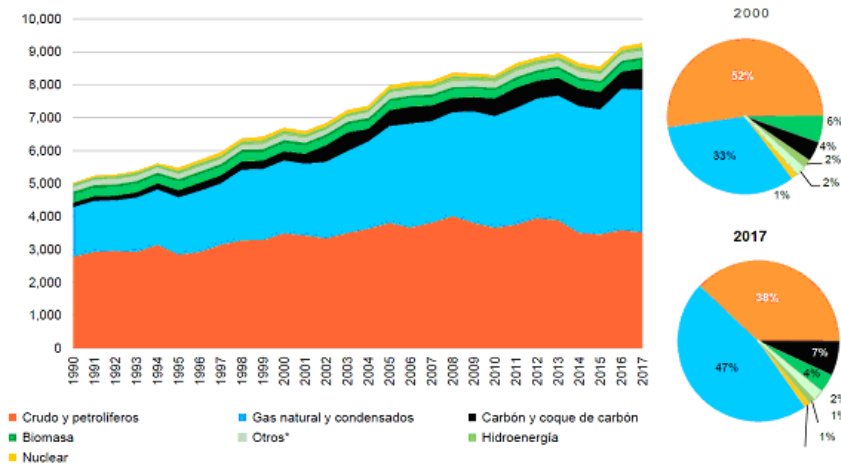


Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.

De esta manera, las necesidades energéticas del país en todos los sectores de consumo han sido abastecidas por combustibles fósiles de origen nacional e importado, y otras fuentes de energía no fósil tales como bioenergía, hidroenergía, geotermia y energía nuclear, solar y eólica. En esta configuración, el suministro que proviene del crudo y los petrolíferos, y del gas natural y condensado hacia los sectores de consumo es prácticamente predominante en la matriz energética nacional (Figura 9).

FIGURA 9. OFERTA INTERNA BRUTA POR FUENTE, 1990-2017

(Petajoules)



Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.
*Incluye las energías geotérmica, eólica y solar.

4.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA Y SUS USOS FINALES

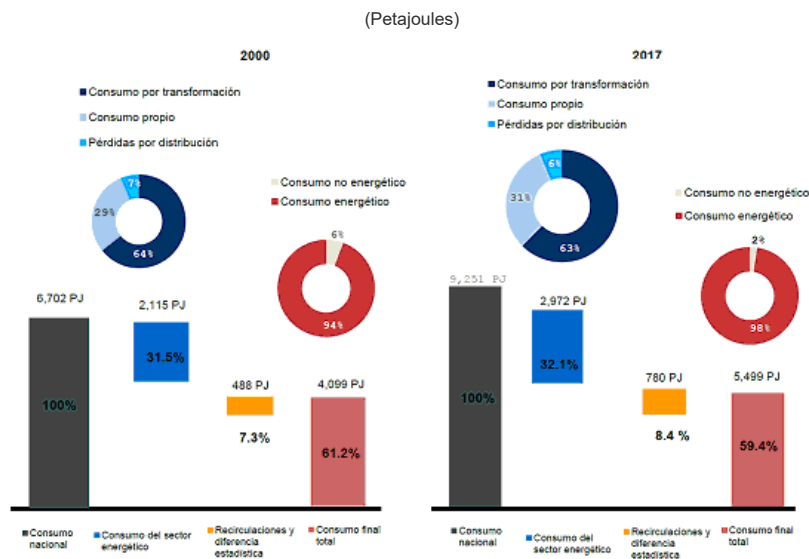
4.2.1 Estructura y tendencias del consumo nacional de energía(27)

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía, el consumo nacional de energía se compone básicamente del **consumo del sector energético(28)** y el **consumo final total de energía,(29)** aunque se incluyen también las recirculaciones de gas a pozos petroleros y otras diferencias estadísticas para fines de balanceo.

La estructura del consumo nacional de energía casi no ha cambiado en los últimos 15 años, ya que prácticamente se mantuvo la distribución de los consumos del sector energético y consumo final total, pero se presentan algunos cambios en el uso de la energía en ambos segmentos. Dentro del consumo final total cada vez se tiene menor participación del consumo no energético debido a la pérdida de productividad de las industrias petroquímica y química para elaborar productos de uso no energético que utilizan principalmente gas natural, gas LP, gasolinas y naftas como materias primas.

Asimismo, la industria del papel dejó de utilizar bagazo de caña como insumo en sus procesos productivos, lo que también mermó el consumo no energético del país. Adicionalmente, la dinámica de crecimiento del sector transporte en el consumo energético final contribuyó al desplazamiento del **consumo no energético** en el consumo final total (Figura 10).(30)

FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA, 2000 Y 2017



Fuente: CONUEE con información del SIE de la SENER.

En el caso de la estructura del consumo del sector energético, la caída en la producción de las refinерías, centros procesadores de gas y coquizadoras en los últimos años provocó una disminución en la participación del consumo para transformación entre 2000 y 2017. Sin embargo, dado que estos centros de transformación y algunas centrales termoeléctricas de respaldo deben mantener un consumo mínimo de energía para sus operaciones, se incrementó la participación del **consumo propio del sector energía(31)** en el mismo periodo.

Históricamente la participación del consumo final total es el segmento que consume la mayor cantidad de energía del total en el país. La pérdida de los niveles de producción en los centros de transformación de petróleo y gas natural, así como las casi nulas inversiones para instalar nueva infraestructura de procesamiento en el subsector hidrocarburos, ha mermado y limitado el crecimiento del consumo en el sector energía. Esta situación ha provocado la necesidad de recurrir a crecientes importaciones de hidrocarburos para abastecer la demanda de energéticos de las centrales de generación eléctrica y los sectores de consumo final (Figura 11).

FIGURA 11. TENDENCIA DEL CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO Y CONSUMO FINAL,

1990-2017

(Petajoules)