

ESTADO DEL ARTE EN ENERGÍA EN MÉXICO

Introducción

Tradicionalmente se define la **energía** como la capacidad de realizar un trabajo y típicamente se mide en Joules; la **potencia** se define como el trabajo realizado por unidad de tiempo y se mide en Joules/segundo o Watts. En la física, se define la **energía** como una propiedad de los cuerpos o sistemas materiales en virtud de la cual estos pueden transformarse, modificando su estado o situación, así como actuar sobre otros cuerpos, originando transformaciones en ellos [1].

La **energía** se puede manifestar de maneras diferentes, como sucede con la energía gravitacional, la energía cinética, la energía electromagnética y la energía electrostática.

La **energía eléctrica** es el flujo de electrones en el seno de un conductor. El origen del movimiento de los electrones puede ser un generador eléctrico (accionado por una fuente de energía externa), una batería eléctrica (a partir de una reacción electroquímica), una fuente de calor (a través de un termopar), etc. A su vez la energía transportada por tal corriente de electrones se puede transformar en otros tipos de energía, como electromagnética (iluminación), térmica (calefacción), mecánica (mover un motor eléctrico), etc. Se dice que la energía no es una energía en sí misma, sino un medio para transportar la energía.

Por su lado, la energía calorífica es más bien el flujo de energía térmica (cinética) de un cuerpo a una cierta temperatura, a otro cuerpo a temperatura más baja. Finalmente, la diversidad de nombres no significa la existencia de diversidad de energías, sino que se trata de diversas manifestaciones del mismo poder, del mismo concepto [1].

Dado que la energía es la capacidad que tiene la materia para realizar transformaciones, todas estas transformaciones de la materia se acompañan de transformaciones de la energía, incluyendo los pasos de ésta de unos cuerpos a otros; sin embargo, tanto la materia (masa) como la energía, se conservan en todos los procesos. Finalmente, la eficiencia o rendimiento de un cambio energético es el cociente entre la energía utilizable (después del cambio) y la energía inicial.

[1] Cartas González J. A., Calero Pérez Roque, Colmenar Santos A., Castro Gil M.A., Collado Fernández E., Centrales de energías renovables, 2ª Ed. Pearson UNED, 2013

I. El contexto internacional de la energía

El crecimiento del consumo mundial energía se preservará en los años siguientes como efecto del aumento poblacional (particularmente en las zonas urbanas), su mejor capacidad adquisitiva y de la dinámica del desempeño económico. Aunque mucho de la evolución del consumo global de energía ocurrirá en los países menos desarrollados, se preservará la tendencia mundial a la mejora en la eficiencia, la automatización y a impulsar acciones para evitar efectos adversos de la quema de combustibles al medio ambiente, así como sus efectos sobre la salud humana.

Las naciones más industrializadas liderarán dicha tendencia y el reto para las naciones en desarrollo será alinearse a esa tendencia, no sólo para preservar su competitividad productiva, sino para apuntalar su seguridad energética.

La penetración de las fuentes limpias en el *mix* de fuentes primarias de energía continuará elevándose, con marcada influencia del uso del gas natural, la solar, seguida de la eólica, los biocombustibles, y la geotermia principalmente.¹ No obstante, el empleo de otras alternativas como el uso de la nuclear y del hidrógeno, se mantienen latentes en función de los avances tecnológicos y su efecto en la reducción de los costos de producción. Ello en detrimento de la contribución del petróleo y del carbón, que en términos de volumen seguirán creciendo. La Agencia Internacional de Energía pronostica que las claves del desarrollo de las fuentes de energía serán su asequibilidad, confiabilidad y sustentabilidad (IEA, 2018).

Los principales elementos que regirán y definirán el desempeño del sector energético mundial continuarán siendo los avances tecnológicos, en especial en materia de digitalización y las tecnologías de energía renovable cada vez más rentables, que permitirán el impulso de los modelos de **suministro de energía distribuida y el empleo de redes inteligentes**. Ello será fundamental para soportar el dinamismo del crecimiento en el consumo de la electricidad global, particularmente para apoyar el aumento de la movilidad basada en electricidad (autos eléctricos), su uso para fines caloríficos y de suministro, y por ende demandará la construcción de infraestructura para su operación.

Un tema fundamental que podría detonar una mayor demanda de la electricidad serán los avances que puedan lograrse en materia de **almacenamiento de energía**, que daría una mayor flexibilidad al uso de la electricidad y apoyaría el empleo de fuentes de generación limpia.

¹ La EIA establece que el incremento en la competitividad de los paneles solares elevará su capacidad instalada por arriba de la eólica antes del 2025, de la hidroeléctrica alrededor del 2030 y de la de carbón antes del 2040

En materia de exploración y explotación de hidrocarburos, el reto se perfila a acceder a los yacimientos maduros, en aguas profundas y ultra profundas para compensar el agotamiento de los grandes macro yacimientos y los campos convencionales explotados. Las actividades en campos no convencionales continuarán siendo el aporte de crecimiento de la producción de hidrocarburos. En el caso del gas natural también el reto es acceder a los campos que contienen grandes volúmenes de hidratos de carbono.

Se preservará la tendencia de elaborar combustibles amigables con el medio ambiente, que propicien una mayor eficiencia. Para lo anterior, será necesario continuar actualizando la infraestructura de refinación a través de procesos más eficientes, por ejemplo, a través de su automatización, y avanzando hacia la integración de procesos con las plantas petroquímicas, el uso eficiente de la energía y la reducción de los costos operativos.

La infraestructura de transporte de hidrocarburos será fundamental para sostener su demanda en los centros de consumo. Los principales retos que se continuarán enfrentando serán el derecho de vía, tanto en el ámbito nacional como internacional, la seguridad en el manejo de las instalaciones y la disponibilidad. En especial, la construcción de la infraestructura para el transporte de gas natural licuado será fundamental en el abastecimiento del consumo mundial, y en particular el de Asia Pacífico.

II. El Contexto nacional en energía

La demanda de energía en México continuará creciendo por efecto del aumento poblacional y en virtud del dinamismo económico esperado, lo que se traduciría un mejor nivel de vida de la población, que continuará concentrándose en las zonas urbanas. Aunque se espera una mayor penetración de las fuentes limpias, como fue planteado en las políticas públicas de lograr el 35% de generación total de energía eléctrica, el uso del petróleo se preservará como el principal combustible empleado en el país.

Los cambios originados en el mercado a partir de la Reforma Energética crearon nuevas reglas para los distintos operadores y condiciones para desarrollar sus modelos de negocio. Situación que fue parcialmente aprovechada por algunos actores económicos para incursionar o ampliar sus actividades en el sector energético. No obstante, las metas fijadas en la planeación gubernamental no lograron alcanzarse de manera general, lo que ha llevado a ampliar los retos enfrentados hacia los años siguientes.

III. **Mercado de Hidrocarburos.** La industria petrolera ha mostrado un desempeño poco alentador, que se agudizó desde

los mediados de la década pasada. No ha logrado revertir la disminución de las reservas de petróleo y gas natural. La producción de hidrocarburos ha mantenido una tendencia descendente, lo que ha originado reducir la plataforma de exportación de petróleo crudo y su disponibilidad para el consumo interno, así como una creciente importación de gas natural.

La baja en el volumen extraído de petróleo y gas natural se atribuye al agotamiento de los grandes campos petroleros, que se encuentran en su etapa de madurez; a la falta de incorporación de nuevos campos, sobre todo en aguas profundas; a la carencia de tecnología y barreras existentes para la explotación de los campos no convencionales y complejos. A lo anterior, se ha adicionado el efecto negativo de la baja de los precios internacionales del petróleo –y del gas natural en Norteamérica-, con la consiguiente dificultad de emprender proyectos rentables nuevos; a la insuficiencia de recursos financieros para la inversión y operación en Pemex, y aunque se cuenta con una amplia cartera de proyectos potenciales de producción de hidrocarburos en marcha en los campos licitados, al magro desempeño de los proyectos de las petroleras privadas.

El desempeño de las actividades en explotación de hidrocarburos se ha conjugado con problemas operativos para elevar la elaboración de petrolíferos en el sistema nacional de refinación, que enfrenta retos operativos, de logística y gerenciales, pero sobre todo tecnológicos y de falta de inversión. Lo anterior, ha profundizado el nivel de dependencia de nacional de las compras de combustibles del exterior, en particular de Estados Unidos, en materia de gasolinas, diésel y gas natural, principalmente.

Las actividades de “*Midstream*” es la que mayor dinámica ha mostrado a partir de la liberalización del mercado ante una creciente participación de empresas privadas y los espacios cedidos por Pemex, no obstante, se enfrentan retos operativos de optimización, normativos, de delincuencia y de rentabilidad financiera y social.

El consumo nacional de hidrocarburos y derivados continuará en los próximos años por efecto de la dinámica de crecimiento del sector transporte ante la necesidad de movilidad de personas y volúmenes de mercancías o servicios por efecto del dinamismo económico deseado. El reto para el país hacia los años futuros será el alcanzar su autosuficiencia con el objeto de lograr su seguridad energética. Lo anterior, deberá ser complementado con acciones para acceder a combustibles más limpios y de mayor calidad, de precios más accesibles y con el abasto suficiente. Todo ello en un ambiente de legalidad y confianza en la inversión.

III.1 Productos petrolíferos

En el año 2017 la producción de petróleo crudo fue de **1 948 miles de barriles diarios**, que es 9.5% menor a la obtenida en 2016.

En ese mismo año de 2017, la demanda total de petrolíferos fue de **1 543 millones de barriles diarios (mbd)**; 0.4% menos respecto a 2016. Esta cantidad implica gasolinas automotrices, diésel, turbosina, combustóleo y coque de petróleo.

El consumo por sector se distribuyó de la manera siguiente: necesidades de consumo del sector **transporte 79.4%**, consumo del **sector eléctrico 11%**, sector industrial 8.2%, sector petrolero 1.5%. Ver Tabla 1.

Tabla 1 Demanda de petrolíferos 2016-2017 por sector (miles de barriles diarios)

Petrolífero	Transporte		Eléctrico		Industrial		Petrolero	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Gasolinas	823.0	798.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.4
Diésel	349.9	344.0	11.2	11.9	26.3	28.8	10.3	7.5
Combustóleo	0.4	0.4	113.7	134.7	13.6	14.4	19.9	13.8
Turbosina	76.2	81.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coque de Petróleo	0.0	0.0	20.3	22.5	82.8	83.2	0.0	0.0
Total	1249.5	1224.8	145.2	169.2	122.7	126.4	31.1	22.7

Fuente: Elaborado por SENER, IMP con información de ASA, CFE, CRE, DGAC, Pemex, SE y empresas privadas.

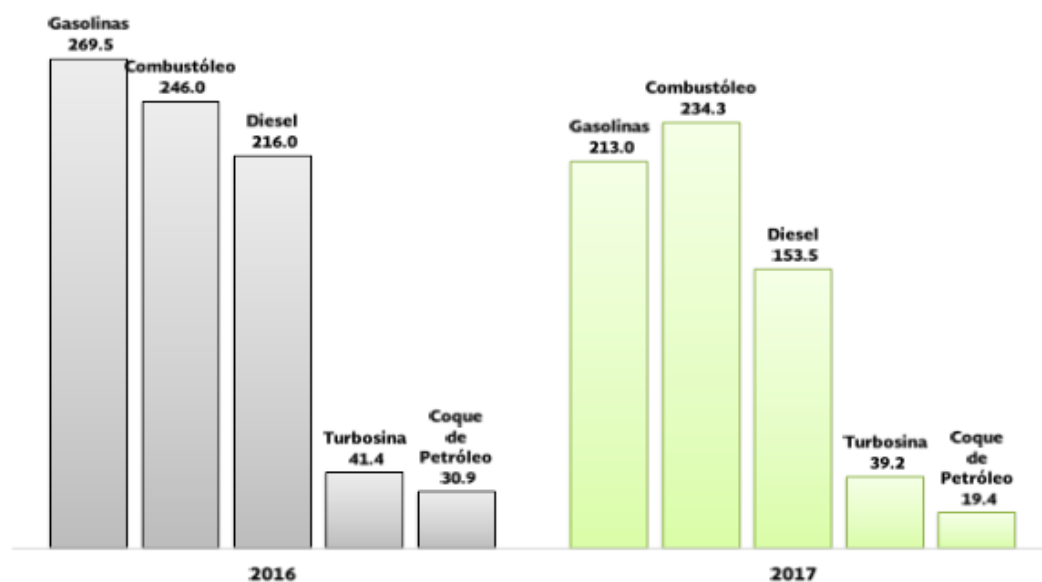
Tabla 2. Reservas remanentes de petróleo de hidrocarburos al 1 de enero de 2017

Tipo de Reservas / Región	Datos Anuales									
	Petróleo Crudo Equivalente		Crudo		Condensado		Líquidos de Planta		Gas Seco	
	mmbpce		mmb		mmb		mmb		mmb	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1P	9,160.7	8,483.7	7,037.0	6,464.2	94.6	67.7	608.7	563.7	1,411.5	1,349.5
Terrestres	2,899.1	2,467.4	1,714.2	1,411.0	31.9	22.6	317.2	258.5	827.0	752.4
Aguas Someras	6,198.1	5,952.8	5,322.9	5,053.2	61.4	43.7	291.5	305.2	522.3	534.9
Aguas Profundas	63.5	63.5	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	62.2	62.2
2P	16,769.3	16,162.0	12,849.5	12,280.7	143.2	100.7	1,085.7	1,038.3	2,675.7	2,676.2
Terrestres	5,952.4	5,554.6	3,627.4	3,284.8	46.8	36.6	622.6	561.1	1,640.4	1,633.8
Aguas Someras	10,652.2	10,442.7	9,222.2	8,995.9	92.8	60.5	463.1	477.2	874.1	881.3
Aguas Profundas	164.7	164.7	0.0	0.0	3.6	3.6	0.0	0.0	161.2	161.2
3P	25,858.1	25,466.8	19,970.3	19,419.8	186.9	125.8	1,605.9	1,600.6	4,069.7	4,218.1
Terrestres	10,301.2	9,250.8	6,539.4	5,580.5	53.3	45.2	988.7	921.9	2,694.6	2,650.4
Aguas Someras	15,359.5	15,339.3	13,398.3	13,340.4	130.0	77.0	617.2	624.9	1,214.0	1,247.2
Aguas Profundas	197.4	876.8	32.6	498.9	3.6	3.6	0.0	53.8	161.2	320.4

Fuente: Elaborado por SENER con información de la CNH.

El Sistema Nacional de Refinación (SNR) produjo en 2017 **659.3 miles de barriles de petróleo crudo equivalente (mbdpce) de petrolíferos**. 18% menos en comparación con 2016; de la producción total de petrolíferos, 35.5% se centró en la obtención de combustóleo, 32.3% en gasolinas; 23.3% en diésel, 5.9% en turbosina y 2.9% en coque de petróleo.

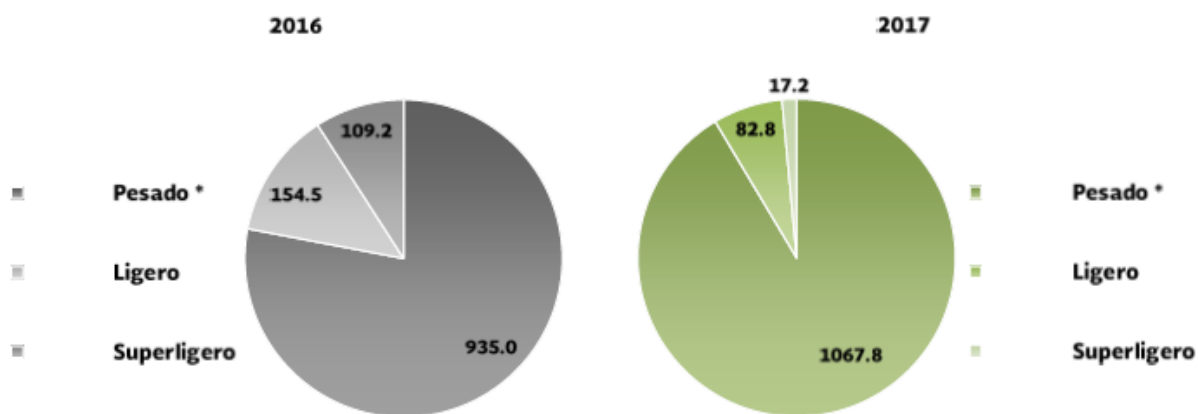
Figura 1. Producción de petrolíferos en el SNR 2016-2017 (miles de barriles de petróleo crudo equivalente)



Nota: Debido a que la unidad de medida de algunos petrolíferos es diferente, mbd y mta, se expresa en mbdpce (energía) para hacerlos comparables y evitar las unidades de volumen.
Fuente: Elaborado por el IMP, con información de PEMEX.

En 2017 el volumen de crudo enviado a terminales de exportación disminuyó un 2.6%. (Ver Figura 2).

Figura 2. Mezcla de crudos a terminales de exportación (miles de barriles diarios)

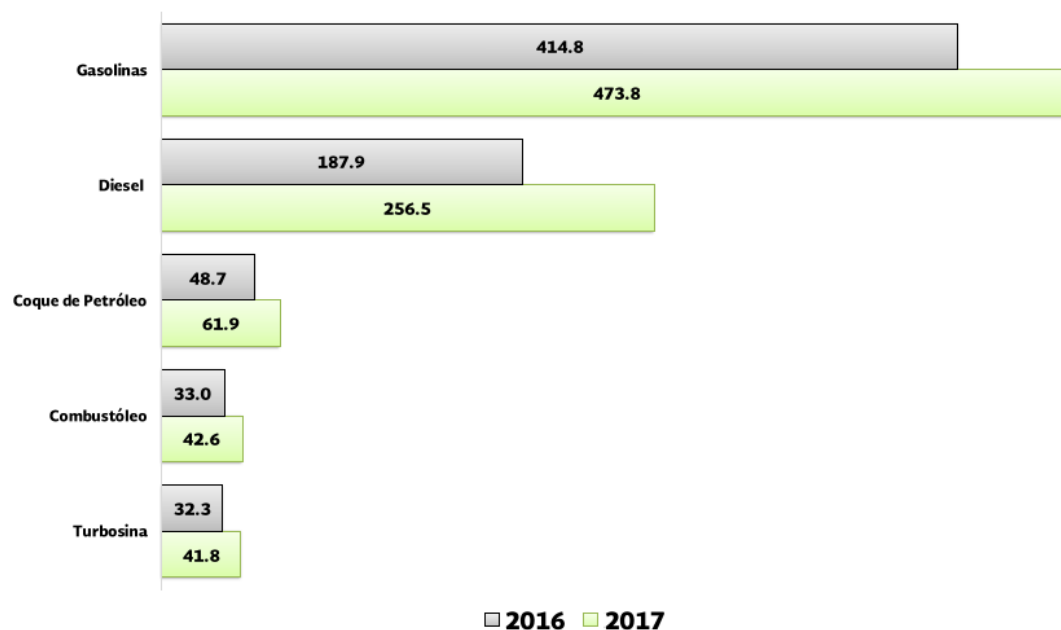


*Incluye petróleo pesado Altamira.
Fuente: Elaborado por SENER con información de PEMEX.

Las importaciones de productos petrolíferos aumentaron en 2017 22.3% respecto a 2016.

El incremento en importaciones respecto a 2016 fue: 14.2% para gasolinas; 36.5% para diésel; 29.1% para combustóleo; 29.4% para turbosina y 27.3% para coque de petróleo.

Figura 3. Evolución de importaciones de petrolíferos 2016-2017 (miles de barriles de petróleo crudo equivalente)



Nota: Debido a que la unidad de medida de algunos petrolíferos es diferente, mbd y mta, se expresa en mbdpce (energía) para hacerlos comparables y evitar las unidades de volumen.
Fuente: Elaborado por el IMP, con base en información de PEMEX, SE, SENER y empresas privadas.

El balance comercial de petrolíferos en 2017 se muestra en la Tabla 3.

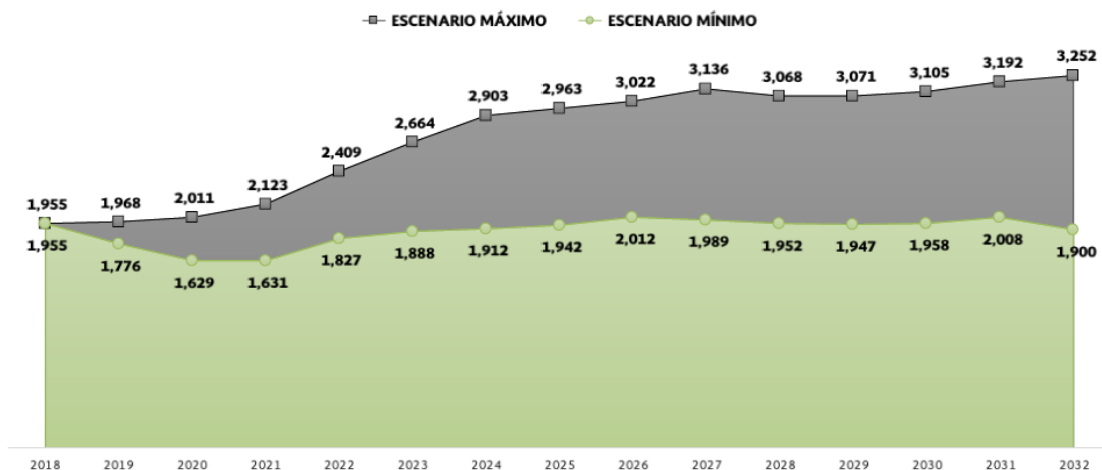
Tabla 3. Balance comercial de petrolíferos 2016-2017.

Actividad Comercial	Datos Anuales									
	Gasolina		Diesel		Combustóleo		Turbosina		Coque de Petróleo	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Importaciones	414.8	473.8	187.9	256.5	33.0	42.6	32.3	41.8	48.7	61.9
Exportaciones	0.0	0.0	0.0	0.0	122.1	111.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Saldo en Balance Comercial	-414.8	473.8	-187.9	-256.5	89.1	69.0	-32.3	-41.8	-48.7	-61.9

Fuente: Elaborado por IMP, con información de Pemex, SE, SENER y empresas privadas.

En 2017 México produjo 1 950 mbd de petróleo crudo, lo cual colocó al país en el lugar número 12 de los principales países productores de petróleo crudo en el mundo. En México, la estimación de la plataforma de producción de petróleo crudo se presenta considerando dos escenarios, mínimo y máximo, iniciando con una producción de 1 955 mbd para 2018. El escenario máximo llega a un nivel de 3 252 mbd en 2032 y el escenario mínimo se reduce 9.3% en 2032 al registrar un volumen de 1 900 mbd (ver Figura 4).

Figura 4. Producción estimada de aceite, escenario mínimo y máximo 2018-2032 (miles de barriles diarios)

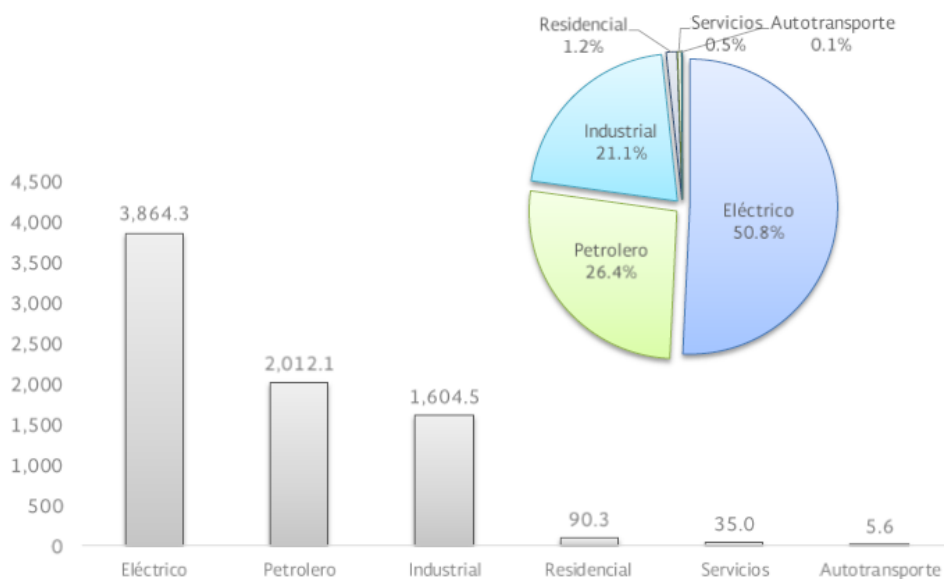


Fuente: SENER con información de PEMEX y CNH

III.2 Gas natural

En diez años, de 2007 a 2017 la demanda nacional de gas natural aumentó 28.4% pasando a **5 925.9 mmpcd**, derivado del cambio tecnológico que ha privilegiado la generación de electricidad mediante ciclos combinados. En el sector industrial en esa década aumentó el consumo de gas natural un 54.2%, mientras que en el sector petrolero disminuyó 5.3% en ese mismo período. Finalmente, los sectores de menor consumo son el residencial, servicios y autotransporte. El residencial aumento 2%, servicios 44.6% mientras que el autotransporte duplicó su consumo (ver figura 5).

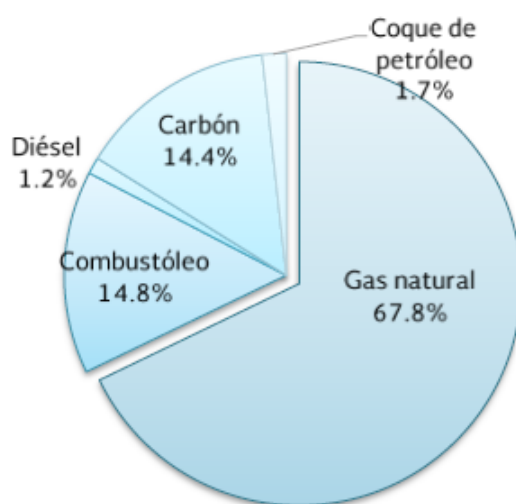
Figura 5. Demanda nacional de gas natural por sector 2017 (MMPCD)



Fuente: SENER con Información del IMP.

En 2017, la participación del gas natural en la generación de electricidad fue de 67.8%, seguido del combustóleo, carbón, coque de petróleo y diésel. (Ver figura 6).

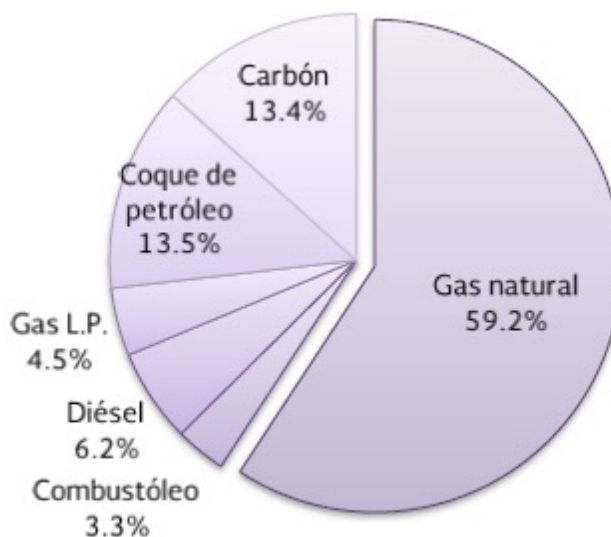
Figura 6. Demanda de combustibles fósiles en el sector eléctrico (porcentajes)



Fuente: SENER con Información del IMP.

En 2017 el sector industrial consumió 2 708.2 millones de pies cúbicos de gas natural equivalente (mmpcdgne) de combustibles fósiles, dónde la participación de gas natural en el sector fue de 59.2% (Ver figura 7).

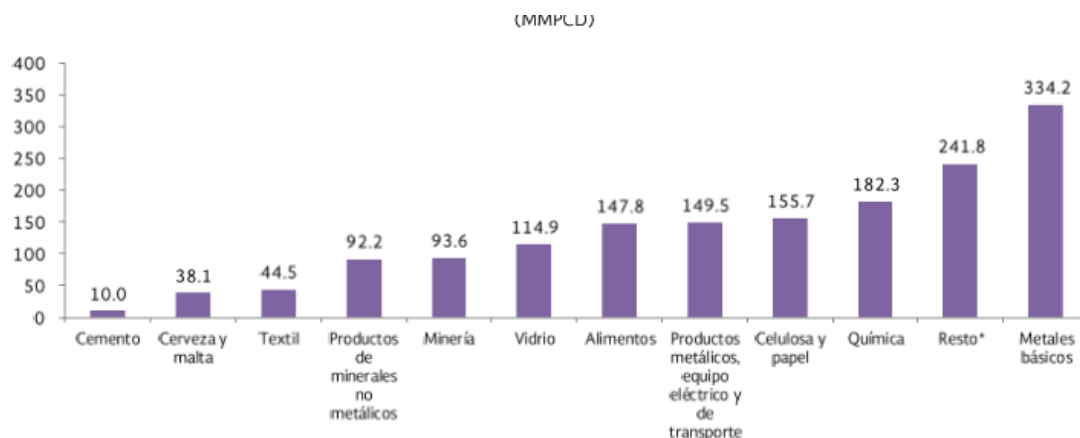
Figura 7. Demanda de combustibles fósiles en el sector industrial (porcentajes)



Fuente: SENER con Información del IMP.

La rama industrial con mayor consumo de gas natural fue la industria de los metales básicos, mientras que el menor consumo se dio en la industria cementera (ver figura 8).

Figura 8. Consumo Nacional de gas natural por sector industrial (mmpcd)

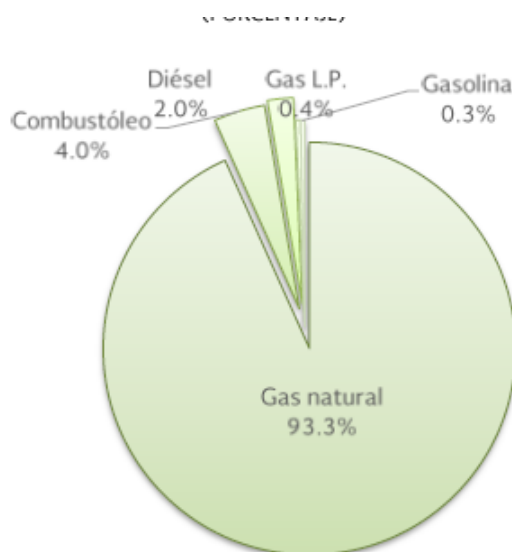


*El rubro resto incluye: agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca construcción, industria de la madera, fabricación de muebles, colchones y persianas.

Fuente: Sener con Información de IMP.

En el sector petrolero, en 2017 se consumieron 2 156.9 mmpcdgne de combustibles fósiles, siendo la participación de gas natural de 93.3% seguido del combustóleo, diésel, gas L.P. y gasolina (ver figura 9).

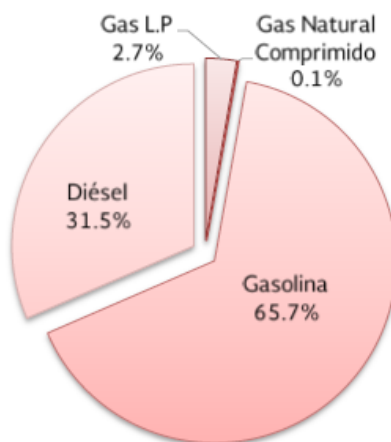
Figura 9. Demanda de combustibles fósiles en el sector petrolero (porcentajes)



- La participación del gas natural en la matriz energética del sector autotransporte en 2017 fue de 0.1%, reflejando en términos nominales la menor demanda del total de los combustibles empleados en este sector (Ver Figura 2.14), sin embargo, en el periodo 2007-2017, el consumo de gas natural ha tenido una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 11.7% la cual supera a la tmca del sector eléctrico.

En el sector autotransporte, la participación del gas natural en el autotransporte fue de 0.1%, siendo el combustible menos empleado en el sector (Ver figura 10). Sin embargo, el consumo de gas natural en este sector ha tenido una tasa media de crecimiento anual de 11.7% superior a la del sector eléctrico.

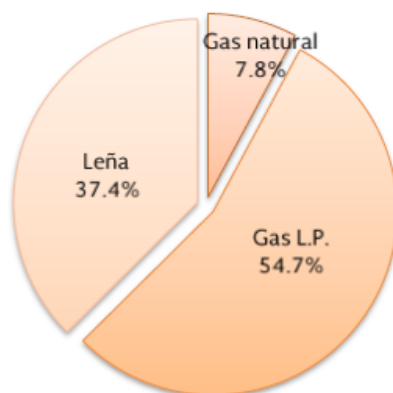
Figura 10. Demanda de combustibles fósiles en el sector autotransporte (porcentajes)



Fuente SENER con Información del IMP.

En el sector residencial, la demanda de combustibles fue de 1 153.2 mmpcdgne, siendo el gas L.P. el combustible de mayor demanda con una participación de 54.7% seguido de la leña y gas natural (ver figura 11). La demanda de gas natural disminuyó 4.7% respecto a 2016, pasando de 94.8 a 90.3 mmpcd debido a un ajuste de tarifas.

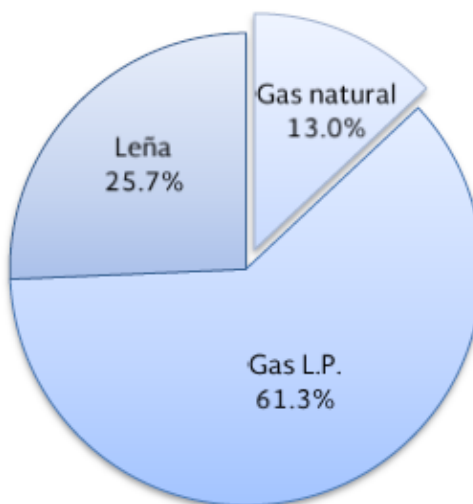
Figura 11. Demanda de combustibles fósiles en el sector residencial (porcentajes)



Fuente: Sener con información del IMP.

La demanda de combustibles en el sector servicios al cierre de 2017 fue de 269.1 mmpcdgne mientras que la participación del gas natural fue de 13%. La demanda de gas natural ha crecido 44.6% en la última década hasta llegar a 35mmpcd, asociado a la sustitución de gas L.P. y leña. (Ver Figura 12).

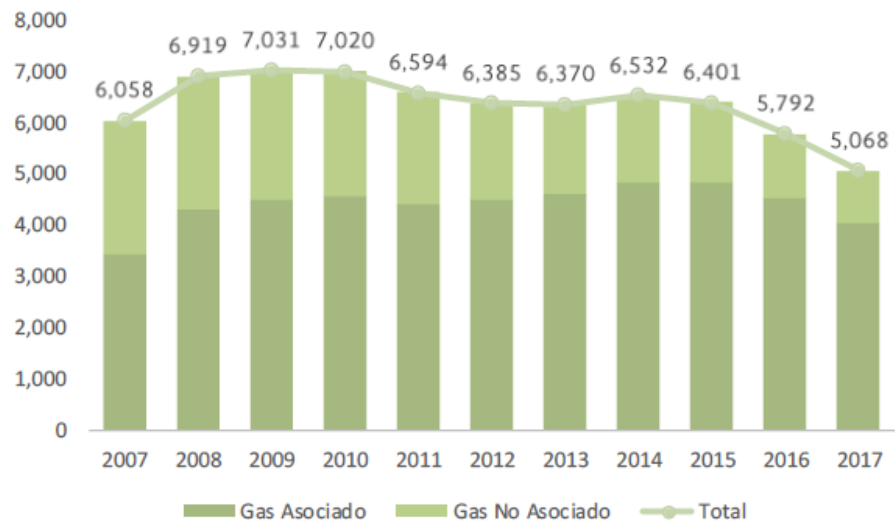
Figura 12. Demanda de combustibles fósiles en el sector servicios (porcentaje)



Fuente: Sener con Información de IMP.

En 2017, la producción de gas natural fue de 5 068 mmpcd, de este total 4 198 mmpcd fueron de gas hidrocarburo, 863 mmpcd de nitrógeno y 9.3 mmpcd de CO₂.

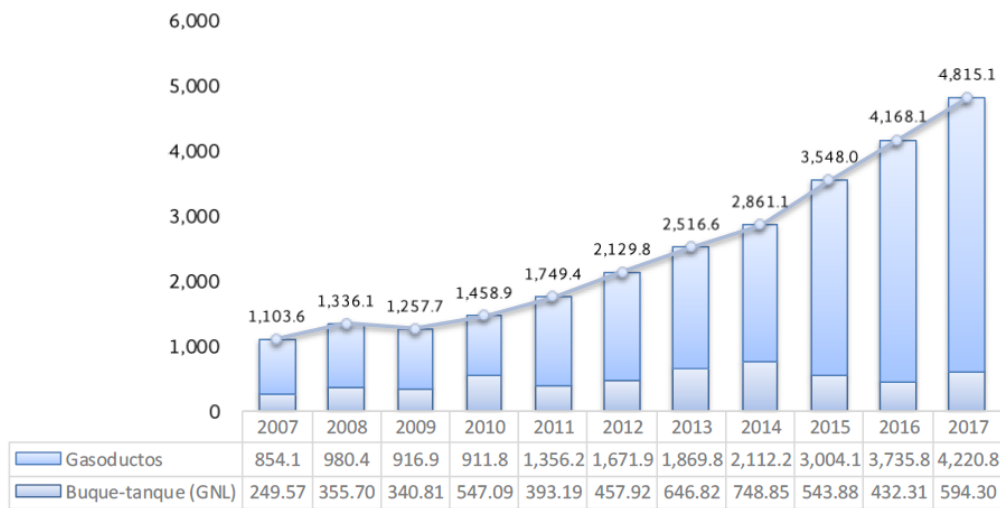
Figura 13. Producción histórica de gas natural por tipo con nitrógeno (mmpcd)



Fuente: Sener con Información de PEMEX.

En 2017 se registró un volumen de importación de 4 815.1 mmpcd, lo cual representó un aumento de 15.5% respecto al año anterior (Ver figura 14).

Figura 14. Importación histórica de gas natural (mmpcd)



Fuente: SENER con Información del IMP.

En la última década la producción de gas natural seco ha disminuido a un ritmo de 4.7% anual. Por lo contrario, la demanda del energético **ha incrementado año con año a una tasa promedio anual de 2.5%**: destaca el consumo del sector

eléctrico que al fin de 2017 representaba 50.8 del consumo nacional total, seguido del sector petrolero con 26.5%, el sector industrial con 21.1%, el sector residencial con 1.2% y finalmente el sector servicios y el autotransporte con 0.5% y 0.1% respectivamente. La importación de gas natural ha crecido a una tasa promedio de 15.9% anual (ver Tabla 4).

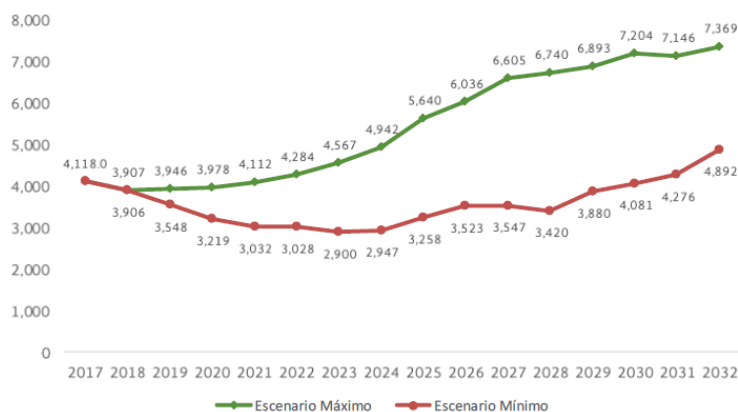
Tabla 4. Balance nacional de gas natural 2007-2017 (mmpcd)

Concepto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TMCA 2007-2017
Origen	6,070.6	6,256.1	6,228.7	6,462.9	6,562.1	6,732.9	7,009.0	7,253.9	7,614.8	7,736.2	7,873.2	2.6
Producción nacional	4,967.0	4,919.9	4,971.0	5,004.0	4,812.7	4,603.1	4,492.4	4,392.8	4,066.8	3,568.1	3,058.1	-4.7
Importación	1,103.6	1,336.1	1,257.7	1,458.9	1,749.4	2,129.8	2,516.6	2,861.1	3,548.0	4,168.1	4,815.1	15.9
Destino	6,064.6	6,217.2	6,170.6	6,424.2	6,536.4	6,686.2	6,964.8	7,221.8	7,516.6	7,621.3	7,615.8	2.3
Demanda nacional	5,925.9	6,109.9	6,104.0	6,340.9	6,512.2	6,678.4	6,952.4	7,209.3	7,504.1	7,618.7	7,611.9	2.5
Sector petrolero	2,125.4	2,174.9	2,149.4	2,236.6	2,186.2	2,273.1	2,272.2	2,275.6	2,200.0	2,122.0	2,012.1	-0.5
Sector industrial	1,040.1	1,026.6	912.8	1,054.3	1,129.2	1,181.1	1,239.9	1,313.5	1,376.2	1,484.1	1,604.5	4.4
Sector eléctrico	2,645.9	2,794.0	2,932.8	2,936.3	3,088.4	3,111.5	3,322.7	3,500.3	3,797.6	3,878.5	3,864.3	3.9
Sector residencial	88.5	87.4	82.9	85.7	81.7	84.1	86.7	87.8	94.6	94.8	90.3	0.2
Sector servicios	24.2	25.3	24.5	26.6	25.2	27.0	28.5	29.9	33.3	36.4	35.0	3.8
Sector Autotransporte	1.9	1.7	1.5	1.4	1.5	1.8	2.4	2.3	2.4	2.8	5.6	11.7
Exportación	138.7	107.4	66.5	83.3	24.2	7.8	12.4	12.5	12.5	2.6	3.8	-30.2
Variación de inventarios y diferencias	6.0	38.8	58.2	38.7	25.7	46.7	44.3	32.1	98.2	114.9	257.4	

Fuente: SENER con Información del IMP.

Al futuro, un escenario máximo, alcanzará una producción de gas natural de 7 369 mmpcd hasta el 2032 lo que representará un incremento de 79% respecto a 2017, en tanto que el escenario mínimo se estima que alcance un volumen de 4 892 mmpcd lo que significaría un incremento de 18.8% (Ver figura 15).

Figura 15. Producción de gas, escenarios máximo y mínimo 2018-2032 (mmpcd)



Fuente: Sener con Información de Pemex y CNH.
No incluye nitrógeno.

Hacia el 2032, se estima que el balance nacional de gas natural mantenga una producción de gas creciente a un ritmo promedio de 4.5% anual, tomando en consideración las premisas que integran el escenario máximo de gas natural 2018-

2032. De acuerdo a lo anterior, se estima que la producción nacional concluya al final del período de estudio con 5 995.5 mmpcd de gas natural seco para comercializar.

La demanda del energético también incrementará año con año a una tasa promedio de 1.8% anual; destaca el sector eléctrico en el consumo nacional del energético, hacia 2032, dicho sector representará el 53.3% del consumo total, seguido del sector industrial con el 24.3%, el petrolero con el 20.2%, el residencial con el 1.3% y finalmente los servicios y autotransporte con 0.6% y 0.1%, respectivamente. Se espera que las importaciones de gas natural se reduzcan a una tasa promedio de 1.3% anual, gracias al mayor suministro nacional del energético en los años futuro. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Balance nacional de gas natural 2017-2032 (mmpcd)

Concepto	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	tmca 2017- 2032
Origen	7,873.2	7,685.0	8,095.8	8,326.3	8,679.5	8,692.5	8,809.7	8,856.7	9,089.1	9,352.5	9,445.6	9,608.6	9,612.8	9,758.5	9,751.7	9,920.5	1.6
Producción nacional	3,058.1	2,922.6	2,953.2	2,985.0	3,105.3	3,269.7	3,546.4	3,885.6	4,466.0	4,820.5	5,308.3	5,413.0	5,546.1	5,817.6	5,774.5	5,955.5	4.5
Importación	4,815.1	4,762.3	5,142.6	5,341.4	5,574.3	5,422.8	5,263.3	4,971.1	4,623.1	4,532.0	4,137.3	4,195.7	4,066.7	3,941.0	3,977.2	3,965.0	-1.3
Destino	7,615.8	7,685.0	8,095.8	8,326.3	8,679.5	8,692.5	8,809.7	8,856.7	9,089.1	9,352.5	9,445.6	9,608.6	9,612.8	9,758.5	9,751.7	9,920.5	1.8
Demanda nacional	7,611.9	7,683.2	8,095.2	8,325.3	8,678.1	8,690.8	8,808.1	8,855.5	9,088.7	9,352.4	9,445.5	9,608.6	9,612.8	9,758.5	9,751.7	9,920.5	1.8
Sector petrolero	2,012.1	1,915.0	2,058.5	2,122.3	2,197.8	2,240.2	2,234.6	2,286.3	2,320.9	2,309.8	2,296.1	2,242.0	2,203.4	2,167.5	2,084.0	2,007.6	0.0
Sector industrial	1,604.5	1,679.3	1,842.1	1,935.6	1,972.3	2,009.9	2,046.1	2,080.5	2,118.7	2,158.6	2,199.6	2,240.6	2,282.3	2,324.9	2,368.9	2,413.9	2.8
Sector eléctrico	3,864.3	3,948.3	4,046.3	4,112.5	4,347.6	4,275.0	4,357.0	4,313.7	4,469.7	4,700.3	4,761.8	4,933.9	4,931.0	5,066.3	5,095.3	5,292.3	2.1
Sector residencial	90.3	97.7	103.4	107.9	111.6	115.0	117.8	120.3	122.7	124.8	126.8	128.7	130.4	132.0	133.4	134.2	2.7
Sector servicios	35.0	36.8	38.6	40.5	42.2	44.0	46.0	47.8	49.9	51.9	54.1	56.3	58.4	60.6	62.8	65.1	4.2
Sector Autotransporte	5.6	6.1	6.2	6.5	6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	7.0	7.0	7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	1.8
Exportación	3.8	1.7	0.5	1.1	1.5	1.7	1.6	1.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	na.
Variación de inventarios y diferencias	257.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	na.

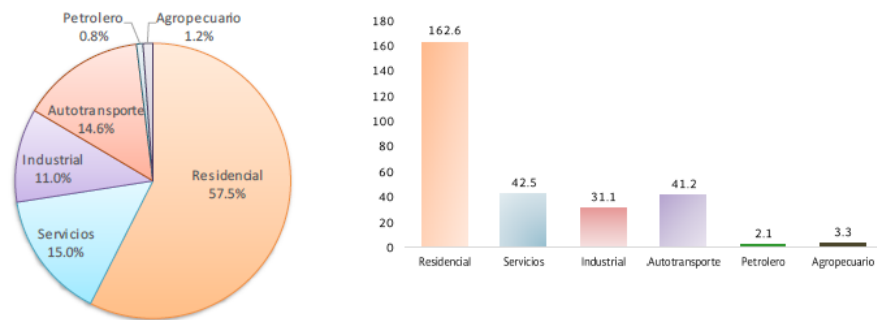
Fuente: SENER con Información del IMP

III.3 Gas licuado de petróleo

En la última década la demanda nacional de gas licuado de petróleo disminuyó un 7.9%. **En 2017 esta demanda fue de 282.8 miles de barriles diarios.** El sector residencial es el que consume mayormente este recurso (ver figura 16).

Figura 16. Demanda nacional de Gas L.P. (porcentajes y por sector)

Fuente: SENER con Información del IMP.



Al cierre de 2017, la oferta interna de gas L.P. fue de 144.5 mbd, 9.4% menor respecto al año inmediato anterior debido al menor procesamiento de gas húmedo derivado de una menor oferta de gas húmedo dulce de la cuenca de Burgos. El 87% de la producción provino de los Complejos Procesadores de Gas (CPG), 11.07% de Refinerías y el resto de Pemex Exploración y Producción.

Se estima que en 2032 la demanda de Gas L.P. sea de 316.2 mbd, mayor en 11.8% que en 2017. **El sector residencial continuará liderando la demanda nacional de gas L.P.** resultado del mayor parque nacional de estufas y calentadores de agua que emplean este combustible. Sin embargo, la demanda de este sector descenderá en un promedio de 0.8% anual entre 2017 y 2032.

IV. Energía eléctrica

El consumo de electricidad en el país ha preservado un crecimiento dinámico. La política pública de impulsar las actividades privadas, han apoyado la disponibilidad de la electricidad con base en uso del gas natural, y el fomento al uso de las energías solar y eólica, pero relegando el empleo de combustóleo. Ello ha originado una mayor penetración en la oferta de fuentes limpias, no obstante, ello no se ha traducido en la disminución de los precios de la electricidad, ni se ha aprovechado el potencial exportador existente en el país.

Aunque se ha logrado ampliar la cobertura de abastecimiento eléctrico a casi toda la población, se enfrenan retos de diversificar y optimizar el parque de generación; dotar de flexibilidad a las redes de transmisión y distribución; ampliar el empleo de fuentes no renovables y avanzar hacia la transición energética para reducir la huella ecológica.

Asimismo, para fortalecer el desempeño del sector energético en México es conveniente mejorar la eficiencia energética, que permita continuar reduciendo la intensidad energética nacional, lo que sería fuente de ahorro económico y racionalidad en el consumo de la energía.

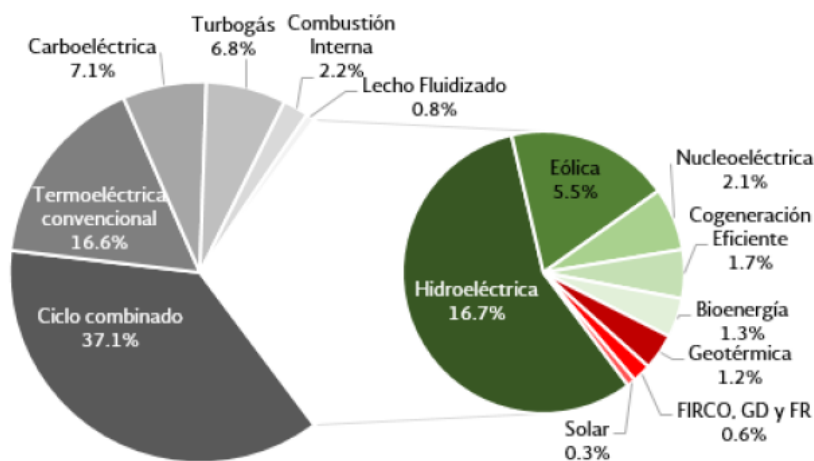
En este contexto, el papel de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico en el sector energético es y será fundamental. No sólo porque será un mecanismo de adquisición o asimilación de tecnología, sino que puede ser detonador de innovaciones e invenciones acordes a la satisfacción de las necesidades nacionales.

La demanda de energía eléctrica en 2017 fue de 43 319 MWh/h, 5.9% mayor que la entregada en 2016 que fue de 40 893 MWh/h. El mínimo de la demanda integrada del Sistema Interconectado Nacional (SIN) se observó el 1 de Enero de 2017 a las 9 horas registrándose 18 800 MWh/h. La máxima demanda se registró el 23 de junio de 2017 a las 17 horas.

En 2017 se registró una capacidad de generación de 75 685 MW que es 3% mayor que la registrada un año antes. La capacidad de energía eléctrica creció a una tasa media anual de 2.5%, mientras que las tecnologías limpias crecieron a un promedio anual de 4.6% en la década 2007-2017, mientras que la tecnología de generación con termoeléctricas convencionales decrecieron en promedio 1.2% en la misma década.

Un 70.5% de la capacidad de generación del Sistema Eléctrico Nacional en 2017 provino de 526 centrales de tecnologías convencionales equivalentes a 53 358 MW. El ciclo combinado tuvo una participación de 37.1% dentro de esa capacidad; el 29.5% de la capacidad de generación total provino de centrales con tecnologías limpias equivalentes a 22 327 MW. Dentro de este grupo, las hidroeléctricas representan 86 centrales y 12 624 MW instalados (ver figura 17).

Figura 17. Capacidad instalada de generación por tecnología 2017 (porcentaje)

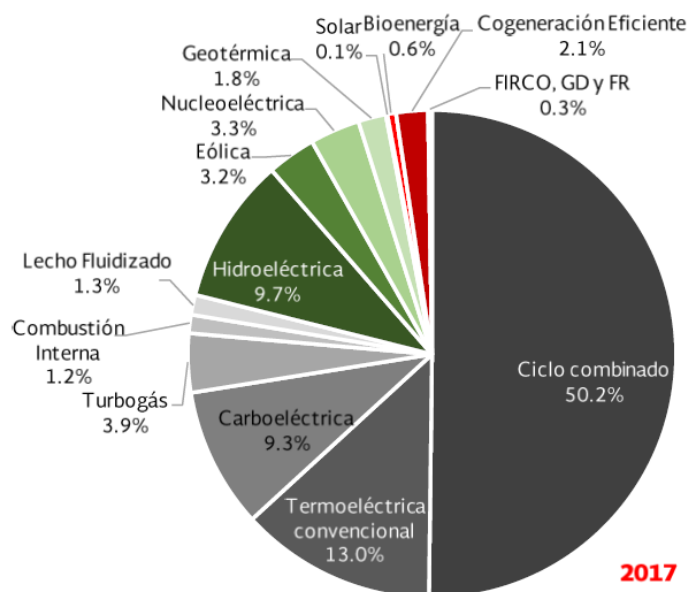


Fuente: Elaborado por SENER.

La generación bruta de energía eléctrica por tecnología se ilustra en la Figura 18. En 2017 se generaron 329 164 GWh. La energía eólica producida en ese año fue

de 10 620 GWh, por 31 848 GWh de generación hidroeléctrica. La producción de energía con centrales termoeléctricas convencionales se redujo a 22% en 2017, resultado del retiro de termoeléctricas con altas emisiones contaminantes, reconversión de termoeléctricas a centrales duales y a los altos precios de combustibles empleados.

Figura 18. Generación bruta de energía eléctrica por tecnología 2017 (porcentajes)

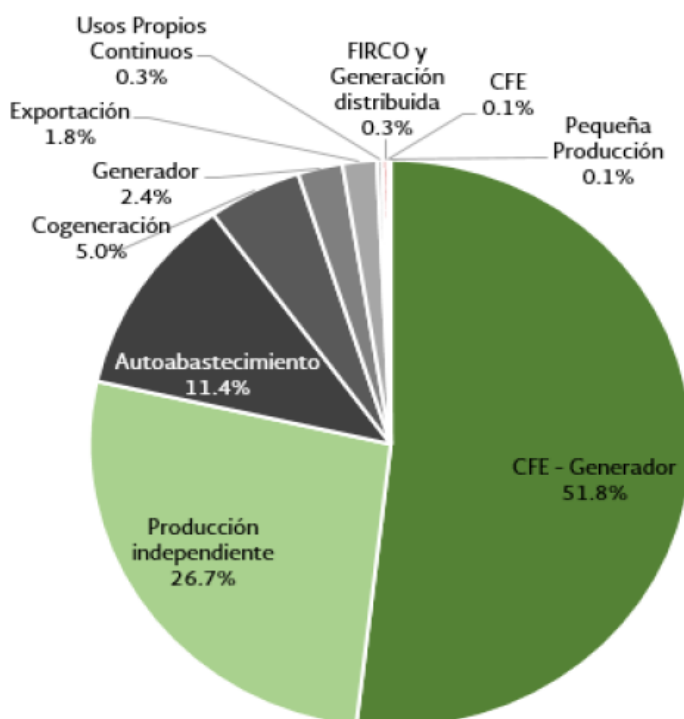


Fuente: Elaborado por SENER.

En 2017 CFE³⁰ en conjunto con la modalidad de Producción Independiente concentraron el 78.7% de la generación total de electricidad (véase figura 2.19).

En 2017, CFE y la modalidad de producción independiente concentraron 78.7% de la generación total de electricidad (Ver figura 19).

Figura 19. Generación de energía eléctrica por modalidad 2017 (porcentajes)



Fuente: Elaborado por SENER,

Entre 2018 y 2032, se estima que el consumo de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional pase de 320 629 GWh a **492 165.0 GWh**, lo que representa un incremento de 171 536 GWh (ver Tabla 6).

Tabla 6. Pronósticos de consumo por región de control, escenario de planeación (2018-2032) GWh.

Región	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Central	62,097	63,408	64,737	66,092	67,736	69,417	71,148	72,956	74,834	76,831	78,981	81,224	83,594	86,116	88,705
Oriental	49,952	51,272	52,617	54,114	55,672	57,269	58,848	60,495	62,170	63,929	65,738	67,605	69,553	71,564	73,625
Occidental	69,237	71,724	74,096	76,741	79,357	82,018	84,903	87,562	90,246	93,000	95,876	98,869	101,959	105,200	108,578
Noroeste	25,368	26,415	27,502	28,474	29,490	30,463	31,439	32,445	33,490	34,529	35,567	36,661	37,860	39,027	40,191
Norte	26,947	27,913	28,835	29,797	30,853	31,910	32,991	33,938	34,905	35,939	37,021	38,075	39,149	40,258	41,463
Noreste	56,426	58,538	60,848	63,021	65,207	67,213	69,432	71,724	74,021	76,418	78,906	81,445	84,149	86,972	89,918
Peninsular	13,256	13,820	14,439	15,048	15,681	16,210	16,765	17,349	17,960	18,621	19,335	20,077	20,845	21,667	22,501
Baja California	14,423	14,954	15,473	15,955	16,456	16,969	17,485	18,015	18,563	19,147	19,731	20,358	21,010	21,664	22,357
Baja California Sur	2,758	2,879	2,987	3,096	3,217	3,343	3,458	3,568	3,691	3,820	3,960	4,100	4,247	4,398	4,552
Mulegé	164	170	177	183	190	197	205	212	220	228	237	245	254	264	274
SIN	303,283	313,089	323,075	333,288	343,995	354,500	365,526	376,470	387,627	399,268	411,425	423,955	437,108	450,804	464,982
SEN	320,629	331,092	341,712	352,522	363,858	375,009	386,674	398,265	410,100	422,463	435,352	448,658	462,619	477,130	492,165

Fuente: Elaborado por SENER con datos de CENACE.

Se prevé que para la demanda máxima integrada para el ejercicio de planeación 2018-2032, la tasa media de crecimiento anual sea de 3.2%. La demanda máxima integrada pronosticada para el Sistema Interconectado Nacional (SIN), pasará de 44 616 MWh/h en 2018 a 69 149 MWh/h en 2031 (ver Tabla 7).

Tabla 7. Pronóstico de demanda máxima integrada por región, escenario de planeación 2018-2032 (MWh/h)

Región	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Central	8,705.0	8,976	9,166	9,359	9,556	9,794	10,037	10,288	10,545	10,816	11,105	11,413	11,732	12,075	12,439	12,814
Oriental	7,299.0	7,481	7,679	7,880	8,100	8,338	8,578	8,815	9,062	9,316	9,580	9,859	10,147	10,448	10,765	11,077
Occidental	9,842.0	10,187	10,552	10,921	11,313	11,699	12,169	12,662	12,992	13,390	13,799	14,224	14,670	15,247	15,856	16,193
Noroeste	4,582.0	4,742	4,938	5,157	5,389	5,619	5,766	5,969	6,152	6,392	6,635	6,770	6,968	7,196	7,480	7,760
Norte	4,608.0	4,737	4,907	5,073	5,200	5,426	5,655	5,795	5,964	6,134	6,267	6,488	6,742	6,890	7,085	7,300
Noreste	8,846.0	9,111	9,398	9,844	10,151	10,504	10,827	11,313	11,803	12,155	12,548	12,922	13,490	13,898	14,364	14,810
Peninsular	1,955.0	2,045	2,132	2,228	2,322	2,420	2,501	2,587	2,677	2,771	2,873	2,983	3,098	3,216	3,343	3,472
Baja California	2,699.0	2,800	2,898	3,016	3,108	3,205	3,300	3,429	3,530	3,638	3,745	3,893	4,045	4,204	4,331	4,473
Baja California Sur	484.0	509	531	552	571	594	617	638	658	681	705	731	756	784	811	840
Mulegé	29.0	30	31	32	34	35	36	38	39	41	42	44	45	47	49	51
SIN	43,319.0	44,616	46,030	47,604	49,102	50,765	52,414	54,180	55,884	57,555	59,275	61,007	63,113	65,107	67,316	69,249

Fuente: Elaborado por SENER con datos de CENACE.

Entre 2018 y 2032, se prevé la adición de 66 912 MW de nueva capacidad, de los cuales el 54.9% (37 705 MW) será de tecnologías limpias y el restante 45.1% (30 207 MW) de tecnologías convencionales. La tecnología de ciclo combinado concentrará el 42% del total de adiciones, equivalente a 28 105 MW y le seguirá la tecnología eólica con el 22.1% del equivalente a 14 819 MW (ver tabla 8).

Tabla 8. Evolución de las adiciones de capacidad por tecnología 2018-2032 (MW)

Tecnología	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Total
Convencionales	2,268	3,752	1,656	985	2,041	4,315	1,350	1,326	2,169	1,068	2,256	2,255	812	1,801	2,155	30,207
Ciclo Combinado	2,268	3,601	766	874	1,941	3,956	889	1,326	2,139	1,068	2,256	2,255	812	1,801	2,155	28,105
Carboeléctrica	0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
Turbogás	0	0	890	0	100	317	0	0	30	0	0	0	0	0	0	1,337
Combustión Interna	0	22	0	111	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
Lecho fluidizado	0	0	0	0	0	0	461	0	0	0	0	0	0	0	0	461
Limpia	3,165	4,200	2,740	2,699	2,810	1,856	3,029	1,541	1,266	1,872	1,342	2,843	2,959	2,576	1,805	36,705
Renovable	2,483	4,199	2,740	2,659	2,569	1,487	2,760	1,541	710	1,492	1,218	821	1,599	1,216	1,805	29,301
Hidroeléctrica	0	29	0	0	0	0	464	63	0	46	432	71	646	0	463	2,213
Eólica	677	1,716	1,537	734	2,369	1,187	1,997	1,116	220	850	303	400	353	611	750	14,819
Geotérmica	25	0	0	0	0	0	0	26	150	250	133	0	100	105	53	842
Solar Fotovoltaica	1,767	2,455	1,203	1,925	200	300	300	336	340	346	350	350	500	500	540	11,413
Termosolar	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Otras	682	1	0	40	241	370	268	0	556	380	124	2,022	1,360	1,360	0	7,404
Bioenergía	3	0	0	40	241	286	148	0	98	0	124	0	0	0	0	940
Cogeneración Eficiente	679	1	0	0	0	84	120	0	457	380	0	662	0	0	0	2,383
Nucleoeléctrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,360	1,360	1,360	0	4,081
Total	5,433	7,952	4,396	3,684	4,852	6,171	4,378	2,867	3,435	2,940	3,598	5,098	3,771	4,377	3,960	66,912

Fuente: Elaborado por SENER.

Tabla 9. Evolución de las adiciones de capacidad por tecnología 2018-2032 (MW)

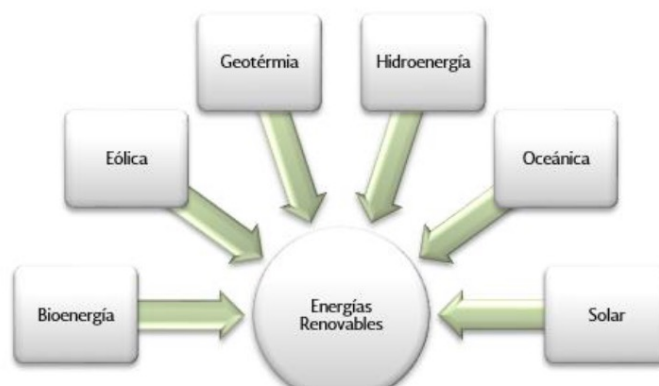
Tecnología	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Convencional	54,492	58,244	56,066	56,231	57,471	58,842	59,928	61,254	63,423	64,448	66,182	67,037	67,849	69,649	71,804
Ciclo combinado	30,125	33,726	34,281	35,155	36,870	40,586	41,243	42,569	44,708	45,776	47,510	49,765	50,577	52,377	54,532
Termoeléctrica convencional	11,712	11,712	8,296	7,476	7,156	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120	5,120
Carboeléctrica	5,378	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	5,507	4,107	4,107	4,107
Turbogás	5,062	5,062	5,746	5,746	5,663	5,311	5,311	5,311	5,341	5,298	5,298	5,298	5,298	5,298	5,298
Combustión interna	1,635	1,657	1,657	1,768	1,695	1,738	1,706	1,706	1,706	1,706	1,706	1,706	1,706	1,706	1,706
Lecho fluidizado	580	580	580	580	580	580	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041	1,041
Limpia	25,007	29,193	31,903	34,587	37,397	39,253	42,282	43,823	45,089	46,961	48,303	51,147	54,106	56,682	58,487
Renovable	20,453	24,638	27,348	29,992	32,561	34,048	36,808	38,349	39,059	40,552	41,770	42,591	44,190	45,406	47,211
Hidroeléctrica	12,642	12,671	12,671	12,671	12,671	12,671	13,135	13,198	13,198	13,244	13,676	13,747	14,393	14,393	14,856
Eólica	4,875	6,591	8,128	8,862	11,231	12,417	14,414	15,530	15,750	16,600	16,903	17,303	17,656	18,267	19,017
Geotérmica	951	936	906	891	891	891	891	917	1,067	1,317	1,450	1,450	1,550	1,655	1,708
Solar	1,971	4,426	5,630	7,555	7,755	8,055	8,355	8,691	9,031	9,377	9,727	10,077	10,577	11,077	11,617
Fotovoltaica	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Termosolar	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Otras	4,554	4,555	4,555	4,595	4,836	5,206	5,474	5,474	6,030	6,410	6,533	8,556	9,916	11,276	11,276
Nucleoeléctrica	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	1,608	2,968	4,329	5,689	5,689
Bioenergía	1,010	1,010	1,010	1,050	1,291	1,577	1,725	1,725	1,823	1,823	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947
Cogeneración eficiente	1,930	1,931	1,931	1,931	1,931	2,014	2,134	2,134	2,592	2,972	2,972	3,634	3,634	3,634	3,634
Frenos regenerativos	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Total	79,499	87,436	87,969	90,818	94,868	98,095	102,210	105,077	108,512	111,409	114,486	118,184	121,955	126,331	130,292

Fuente: Elaborado por SENER.

V. Energías renovables

De acuerdo a la Ley de Transición Energética, **las energías renovables** son 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 regeneren naturalmente por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes (ver figura 20).

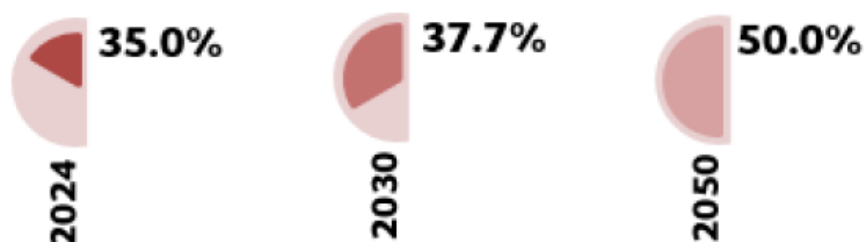
Figura 20. Tipos de energías renovables



Fuente: Elaborado por SENER.

Dentro del marco regulatorio nacional, la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, emanada del mandato de la Ley de Transición Energética, establece las metas a fin de que el consumo de energía eléctrica se satisfaga mediante un portafolio de alternativas que incluyan la eficiencia energética y una proporción creciente de generación con energías limpias, en condiciones de viabilidad económica. Además, la Estrategia establece políticas y acciones en materia de eficiencia energética, aplicable a cinco sectores, al igual que para energías limpias. Los indicadores establecidos para dar seguimiento a las metas se ilustran en la Figura 21.

Figura 21. Metas de generación eléctrica con energías limpias



Fuente: Elaborado por SENER.

En la Ley de la industria eléctrica (Nueva Ley DOF 11-08-2014) se definen 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. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:

- a) El viento;
- b) La radiación solar, en todas sus formas;
- c) La energía oceánica: maremotriz, maremotérmica, olas, corrientes marinas y gradiente salino;
- d) El calor de los yacimientos geotérmicos;
- e) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- f) La energía generada por el metano y otros gases de sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;
- g) La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible,
- h) La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;
- i) La energía nucleoelectrica;
- j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular);

- k) La energía generada por centrales de cogeneración;
- l) La energía generada por ingenios azucareros;
- m) La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o bio-secuestro de bióxido de carbono;
- n) Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales;
- o) Otras tecnologías que determinen la Secretaría y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida.

Para el manejo de la energía a largo plazo se establecieron las subastas eléctricas, las cuales son mecanismos que permite a las entidades responsables de carga, celebrar contratos en forma competitiva y en condiciones de prudencia para satisfacer las necesidades de Potencia, Energía Eléctrica Acumulable y Certificados de Energía Limpia (CEL's). La Tabla 10 ilustra los resultados de las tres primeras subastas de Largo Plazo celebradas en México.

En la Ley de la Industria Eléctrica se definen los Certificados de Energías Limpias (CEL's) como los títulos emitidos por la CRE que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de Energías Limpias y que sirve para cumplir requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.

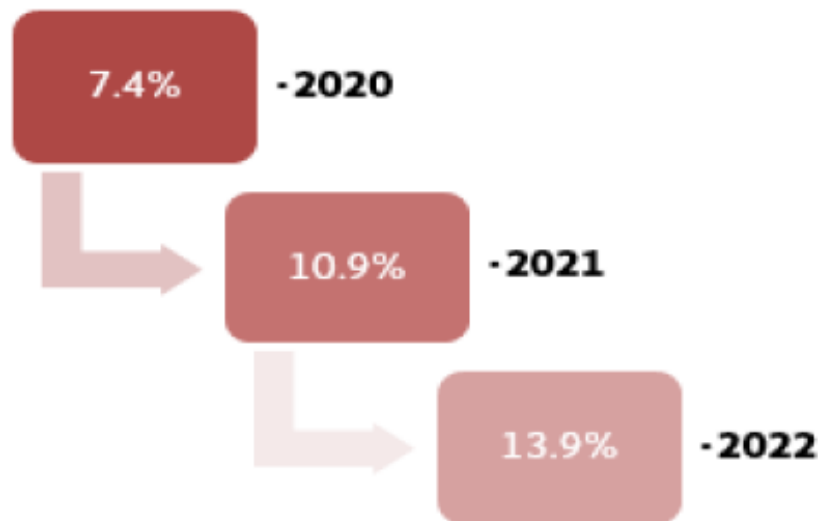
Tabla 10. Resultados de las Subastas de Largo Plazo en México

Capacidad contratada	Primera subasta	Segunda subasta	Tercera subasta
<i>Solar</i>	1,691 MW	1,853 MW	1,323 MW
<i>Eólica</i>	394 MW	1,283 MW	689 MW
<i>Geotermia</i>		25 MW	
<i>Gas</i>			550 MW
Precio promedio (USD por MWh)	41.8	33.47	20.57

Fuente: Elaborado por SENER.

Estos Certificados son un instrumento para promover nuevas inversiones en energías limpias y permiten transformar en obligaciones individuales las metas nacionales de generación limpia de electricidad de forma eficaz y al menor costo para el país. El precio de los Certificados se fija en función de la demanda y oferta, atendiendo a los criterios publicados por la SENER y el período de obligación es el período comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de cada año.

Figura 22. Requisitos de CEL's para 2020, 2021 y 2022



VI. Potencial de Energías Renovables en México

Los potenciales de generación con los que cuenta México se clasifican en Probado, Probable y Posible como se muestra a continuación:

Figura 23 Tipos de potencial de energía renovable

Potencial Probado	• Es aquel Potencial que cuenta con estudios técnicos y económicos que comprueban la factibilidad de su aprovechamiento, se encuentra en las energías eólica y solar.
Potencial Probable	• Es aquel que cuenta con estudios de campo que comprueban la presencia de los recursos, pero que no son suficientes para evaluar la factibilidad técnica y económica de explotación, corresponde a los recursos geotérmicos.
Potencial Posible	• Se refiere al potencial teórico de los recursos pero que carece de los estudios necesarios para evaluar la factibilidad técnica y los posibles impactos económicos, ambientales y sociales. En este rubro el mayor potencial está en la energía solar seguida de la eólica.

Fuente: Elaborado por SENER con información del Inventario de Energías Limpias.

Tabla 11 Potencial de generación con energía renovable en México (2017) (GWh/a)

Recursos	Geotérmica	Hidráulica	Eólica	Solar	Biomasa	Oceánica
Probado	2,610	4,920	25,104	25,052	3,326	-
Probable	45,207	23,028	-	-	680	1,057
Posible	52,013	44,180	87,600	6,500,000	11,485	-

Fuente: Elaborado por SENER con información del INERE (próximamente INEL), con información actualizada a septiembre de 2016.

Figura 24. Descripción de escenarios de zonas de alto potencial energético

Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Identifica zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia sin considerar distancias a la Red Nacional de Transmisión.	Identifica zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia, situados a una distancia media (20 km) a la Red de Transmisión.	Identifica zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia cercanos (2 km para energía solar y 10 km para las fuentes de energía restantes) a la Red Nacional de Transmisión.	Identifica zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia lejanos (>20 km) a la Red Nacional de Transmisión.

Fuente: Elaborado por SENER con información del AZEL.

Tabla 11 Potencial de capacidad y generación de energía eléctrica por escenarios (MW, GWh/a)

Energía	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	Capacidad Instalable (MW)	Potencial de Generación (GWh/a)	Capacidad Instalable (MW)	Potencial de Generación (GWh/a)	Capacidad instalable (MW)	Potencial de Generación (GWh/a)	Capacidad instalable (MW)	Potencial de Generación (GWh/a)
Solar fijo	33,482,300	60,622,953	18,269,133	33,036,744	3,971,421	7,215,578	13,207,976	23,930,277
Solar Seguimiento	23,929,631	59,371,346	12,875,592	31,881,155	2,790,538	6,932,762	9,546,586	23,886,562
Eólica	2,332,800	5,946,850	1,160,996	2,961,328	633,207	1,611,386	1,189,777	3,000,743
Geotérmica	174	1,373	571	4,509	399	3,146	125	986
Biomasa	963	6,752	1,082	7,588	1,478	10,365	0	0
Total	59,745,868	125,949,274	32,307,374	67,891,324	7,397,043	15,773,237	23,944,464	50,818,568

Fuente: Elaborado por SENER con información del AZEL.

De acuerdo a la Estrategia Nacional (EN) para la puesta en marcha de la Agenda 2030, México establece 17 objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con base en tres ejes principales, el social, ambiental y económico. Considerada como una agenda de derechos humanos profundamente transformadora, donde la sociedad civil, la academia, el sector privado, así como organismos internacionales y gobiernos del mundo han manifestado su compromiso de sumar y crear sinergias a fin de cumplir dichos objetivos.

Uno de los objetivos de Desarrollo Sostenible es garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables, sostenibles, de bajas emisiones y modernos, promoviendo las energías renovables y de bajo impacto. Se pretende

que para el 2030 se genere el 37.7 % de la energía eléctrica total a partir de fuentes limpias y 50 % a 2050, lo que reducirá el CO2 generado por la producción de electricidad. Además de reducir anualmente en 1.9 % la intensidad de consumo final de energía durante el periodo 2016 a 2030; para el periodo 2031-2050, la tasa promedio anual de reducción será 3.7%. Se necesita duplicar eficientemente la inversión en investigación y desarrollo tecnológico que contribuyan a transitar a energías limpias en los siguientes 5 años. Se deben incrementar las reservas estratégicas de gasolina, diésel y turbosina, para reforzar el suministro de combustibles a la población en situaciones de emergencia. Con lo anterior se pretende que de aquí a 2030, se logre la soberanía y seguridad energética, impulsando el aprovechamiento del potencial de México en distintos tipos de energía renovable.

Para lograr estos objetivos La EN establecer cuatro rubros: El acceso universal, Energías limpias, Eficiencia energética e Inversión en desarrollo tecnológico y recursos humanos, los cuales se pueden desglosar de la siguiente manera:

VI.1 Acceso universal

- Proveer servicios energéticos básicos a todas las poblaciones y garantizar el acceso a energía moderna, renovable o de bajas emisiones y asequible en las distintas zonas del país, manteniendo una perspectiva de género.
- Contar con un padrón 100% confiable de la población sin acceso al suministro de energía eléctrica.
- Visibilizar el porcentaje de hogares en pobreza energética, entendida como la incapacidad de pagar los servicios de energía suficientes para satisfacer las necesidades domésticas básicas o que destinan una parte excesiva de sus ingresos para este fin.
- Constituir un inventario estratégico de gas natural para incrementar las condiciones de seguridad energética, detonar la inversión en nueva infraestructura y aprovechar la existente.
- Asegurar que los mecanismos de consulta, evaluación y participación de proyectos energéticos se lleven a cabo con respeto a los derechos humanos, con perspectiva de género e interculturalidad, y con plena participación de todos los actores.
- Evaluar aquellos casos en que las comunidades no cuentan con energía eléctrica y la factibilidad de abatir este rezago a través de CFE, SENER y otros.
- Desarrollar sistemas alternativos de suministro de energía eléctrica (paneles solares, mini-presas con dínamo o energía eólica) en comunidades alejadas y de difícil acceso en donde no es posible hacer llegar la red troncal de suministro eléctrico.

- Establecer una política pública que permita que los hogares en condición de pobreza puedan instalar paneles de energía solar como una medida para disminuir el costo de la electricidad que pagan.
- Desarrollar programas de electrificación rural basados en energías limpias, que capaciten a los agentes locales, principalmente a las mujeres, para la instalación y mantenimiento de los sistemas.
- Fortalecer programas de reemplazo de hornos de leña por solares, gas o eléctricos considerando que en localidades rurales la leña sigue siendo la principal fuente de energía y su uso afecta de manera directa y en mayor proporción la salud de las mujeres.
- Generar conciencia y alternativas a nivel local respecto al tema del uso de leña, particularmente con mujeres en comunidades rurales e indígenas.

VI.2 Energías limpias

- Aumentar significativamente la participación de fuentes de energía limpias en la matriz energética e invertir en innovación tecnológica para generar energías renovables, sostenibles y socialmente incluyentes.
- Asegurar el uso de componentes locales para el desarrollo de energías renovables, generando cadenas de valor nacional y empleo.
- Realizar una transición energética en un marco de derechos humanos, que garantice a las comunidades su derecho sobre las fuentes de energía renovable y a ser consultadas (consulta previa, libre e informada) en relación con el establecimiento de proyectos energéticos en su territorio.
- Promover la integración de criterios de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en el sector energético mediante la coordinación intersecretarial y el diálogo con la academia, el sector privado, la sociedad civil y otros actores relevantes.
- Desarrollar proyectos sociales de generación de energía que empoderen a las comunidades.
- Favorecer el uso de paneles solares en los hogares y en oficinas gubernamentales, con la finalidad de generar energía eléctrica para su uso propio, y que, conectados a las redes generales de distribución, puedan también enviar la energía eléctrica que no usan.
- Introducir combustibles sustentables, como el etanol, que tienen una huella de carbono muy inferior a los combustibles fósiles.
- Incluir cifras y datos que den cuenta de la participación de las mujeres en la investigación
- y desarrollo de tecnologías de energía renovable.

VI.3 Eficiencia energética

- Reducir la dependencia de combustibles fósiles que actualmente equivale a 79.7% de la generación de energía y optimizar la operación y expansión de la infraestructura eléctrica nacional, así como promover la interconexión a las redes de otros países (con el sistema de Centroamérica y América del Norte).
- Definir un presupuesto progresivo destinado a la realización de acciones de eficiencia energética y promover esquemas de financiamiento atractivos para incentivar la energía limpia y la eficiencia energética.
- Asegurar que la meta de eficiencia energética de la Ley de Transición Energética sea vinculante al presupuesto de las dependencias y entidades de la APF. Asimismo, modificar la legislación vigente que impide que empresas de servicios energéticos lleven a cabo acciones de eficiencia energética en las entidades del gobierno federal.
- Implementar en edificios gubernamentales el uso de energías renovables y limpias que aminoren el gasto y el costo económico de la APF.
- Diseñar e implementar incentivos económicos (especialmente fiscales) hacia subsectores de la industria, dispuestos a establecer acuerdos de reducción de su intensidad energética (compromiso obligatorio).
- Promover nuevos esquemas de movilidad y transporte masivo de pasajeros y carga que permitan reducir la intensidad energética del sector transporte.
- Fortalecer el cumplimiento de regulaciones de eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país, principalmente en las edificaciones y el sector transporte.
- Fortalecer el cumplimiento de los códigos de conservación de energía para toda edificación nueva en el país, tanto residencial como no residencial, e incluir la aplicación de las normas de eficiencia energética en los reglamentos de construcción de los municipios.
- Incrementar las capacidades de seguimiento y evaluación de medidas de eficiencia energética con la implementación y certificación de gerentes de energía y auditores energéticos para el sector industrial, incluyendo las PYMES.

VII. Inversión en desarrollo tecnológico y recursos humanos

- Evaluar la utilidad de un sistema de “*Smart Grid*” en el Sistema Eléctrico Nacional que permita la gestión y aprovechamiento de la energía eléctrica proveniente de energía renovable (eólica y solar, entre otras).
- Mejorar el acceso a la información disponible del sector energético del país para poder tomar decisiones mejor fundamentadas.
- Asegurar el respeto a los derechos laborales y a medios de vida de quienes trabajan en la exploración, extracción y transformación de los combustibles fósiles.

- Promover el desarrollo de cooperativas energéticas, con incentivos para aquellas fundadas y gestionadas por mujeres.
- Asegurar que las grandes hidroeléctricas y termoeléctricas nucleares, contempladas como energías limpias en la Ley de la Industria Eléctrica, no provoquen afectaciones sociales y ambientales, internalizando externalidades en sus costos de operación.
- Exigir a las empresas que gestionan megaproyectos energéticos considerar el respeto a los derechos humanos y tener un Plan de No Violencia de Género.
- Promover, mediante acciones afirmativas, la participación de las mujeres en toda la cadena de valor del sector energético, particularmente en el desarrollo de energías renovables.
- Promover la capacitación y acceso a conocimientos internacionales en energías limpias de las mujeres.
- Capacitar a empresas del sector, ya sea privadas o del Estado, sobre la incorporación de la perspectiva de género en sus actividades.

VII.1 Recursos humanos requeridos para la siguiente década

El crecimiento de la energía renovable seguirá creciendo en México y se tiene para los siguientes 10 años un requerimiento de 200 mil puestos de trabajo que necesitan ser cubiertos, por eso es muy importante la formación de recursos humanos especializados.

VIII. El Contexto para el estudio de la energía en el IPN

El Instituto Politécnico Nacional se ha ligado tradicionalmente al Sector Energético Mexicano; ha participado históricamente en el desarrollo del Sector Petrolero a través de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), al igual que en la extinta Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyFC).

Diferentes escuelas del IPN han tenido un papel destacado en esta vinculación como es el caso de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) en el desarrollo de estructuras civiles; la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) en la industria petrolera y de transformación; la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) en la industria nuclear y solar fotovoltaica, el Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMPL) en el desarrollo de tecnología y procesos productivos para la obtención de biocombustibles, el uso eficiente de la energía en procesos productivos, CICATA-Q en el estudio de energías alternas que provienen de fuentes como la solar y la nuclear. Se han desarrollado proyectos relevantes en las áreas de turbo maquinaria, desde el punto de vista energético, así como de operación y control; el IPN ha tenido un papel relevante en el diseño y desarrollo como el Centro Nacional de Control de Energía, el Laboratorio de Pruebas y Ensayos de México (LAPEM) de la Comisión Federal de Electricidad y los Institutos de investigación y

desarrollo tecnológico como el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)., la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco en el sector eléctrico mexicano, el estudio de termofluidos y el uso eficiente de la energía, estudios en el área de ciclo combinado, análisis de sistemas eléctricos de potencia, compatibilidad en sistemas eléctricos y electrónicos, investigación de fenómenos dinámicos en sistemas interconectados y máquinas eléctricas, alta tensión y transitorios electromagnéticos en sistemas eléctricos de potencia así como en las ahora llamadas tecnologías habilitadoras (telecomunicaciones, electrónica, computación e informática) en donde mantienen actividades de vinculación con el sector productivo en general y energético en particular, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán en el estudio de nanoestructuras aplicadas en celdas solares, para incrementar la capacidad y durabilidad de almacenamiento en baterías, sistemas fotovoltaicos basados en perovskitas, celdas de combustible de óxido sólido.

El Instituto Politécnico Nacional cuenta en sus unidades académicas con Secciones de Estudios de Posgrado e Investigación y con Centros de Investigación que desarrollan Programas de Posgrado en las áreas de conocimiento que cultivan y en las que ocupa un papel preponderante la generación, transporte, distribución, operación y control de sistemas energéticos en tamaños que van desde unos cuantos watts de capacidad hasta sistemas de potencia de varios MW.

Adicionalmente el IPN cuenta con una Red de Energía que ha estado activa por más de 10 años y que integra la experiencia y fuerza de trabajo del IPN y que está conformada por unidades académicas de la ESIME Unidades Culhuacán y Zacatenco, ESFM, CICATA Querétaro y CMPL, CIIEMAD, UPIITA, CICATA-ALT, CICATA-L, CIITEC, UPIITA, CRPL, CIBNOR, ESCOM y UPIIH.

IX. Potencial de trabajo en formación de recursos humanos, investigación científica y tecnológica e Innovación en el IPN

IX.1 ESIME

Ofrece licenciaturas en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Ingeniería en Control y Automatización e Ingeniería en Sistemas Automotrices; en algunas unidades ofrece licenciatura en Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Sistemas Computacionales, así como en Robótica Industrial.

En el nivel Posgrado ofrece Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Telecomunicaciones e Ingeniería de Sistemas. Tiene vinculación con el sector energético a través de los posgrados

IX.2 ESIQIE

ESIQIE ofrece tres carreras de licenciatura: Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Química Petrolera e Ingeniería en Metalurgia y Materiales. Tiene grupos que dan diversos servicios como son mantenimiento de ductos, contratos que han sido muy productivos desde hace 20 años. Se da servicio para determinar la calidad de combustibles y se están desarrollando varias áreas de energía, como son tecnologías del hidrógeno, baterías, etc.

Tiene 6 programas de posgrado: la Maestría en Ingeniería de Hidrocarburos y sus Energéticos Asociados, Maestría en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica, Maestría en Ciencias en Ingeniería Química, Doctorado en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica, Doctorado en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y finalmente está el Doctorado en Red de Nanociencias y Micro-nanotecnología, muchos de los temas que se desarrollan están relacionados con energía renovable, paneles fotovoltaicos, electrocatálisis, tecnologías del hidrógeno, etc.

IX.3 ESFM

La ESFM ofrece dos carreras de licenciatura: Ingeniería Matemática y Licenciatura en Física y Matemáticas. Cuenta con el Laboratorio de Metrología, que es un laboratorio para calibración acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (ema), cuya función es establecer la trazabilidad de las mediciones realizadas con un determinado instrumento, hacia los valores determinados por los patrones nacionales, esto a través del establecimiento de una cadena ininterrumpida de mediciones todas ellas con incertidumbres determinadas y con Laboratorio de Reología y Física de la Materia Blanda donde se realiza investigación básica y aplicada con diferentes fluidos no newtonianos. Tiene 4 programas de posgrado: Doctorado en Ciencias Fisicomatemáticas, Maestría en Ciencias Fisicomatemáticas, Doctorado en Física de los Materiales y Doctorado en Energía.

Cuenta con diversos grupos de investigación en las disciplinas de álgebra, análisis complejo, astronomía y astrofísica, ciencia de los materiales, física de altas energías, física del estado sólido, ingeniería nuclear, magnetismo, mecánica cuántica, métodos computacionales, procesos estocásticos, relatividad y cosmología, termodinámica y física estadística, síntesis, procesamiento y caracterización de materiales, semiconductores y modelamiento y simulación de materiales, procesos y dispositivos. Se desarrollan proyectos relacionados con energía renovable como procesamiento y caracterización de celdas solares, simulación teórica de dispositivos, etc.

IX.4 Centros de Investigación del IPN

CMPL

Ofrece la Maestría en Ingeniería en Producción más Limpia que tiene como líneas de generación y aplicación del conocimiento: energía y prevención de la contaminación, y además es una sede del Doctorado en Energía en Red que ofrece las líneas de generación y aplicación del conocimiento de sistemas bioenergéticos, energías convencionales y eficiencia energética. Se tiene vinculación con el sector energético a través de convenios de colaboración con PEMEX y PNUMA y ONUDI se han desarrollado proyectos relacionados con la Producción más Limpia, además de haber trabajado en temas relacionados con la eficiencia energética en diferentes industrias o instituciones de servicio y desarrollo de plantas piloto para generar procesos eficientes en recuperación de metales, desarrollo de planta piloto para la producción de biodiesel a través de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la CDMX y sede del Laboratorio Nacional para el Aseguramiento y Calidad del Biodiesel.

CICATA QUERETARO

Dentro de su oferta académica se encuentran los materiales optoelectrónicos para su uso como sensores, celdas de captación de energía solar, Desarrollo de sistemas ópticos para minimizar el consumo de energía. Uso eficiente de energías renovables mediante estrategias de optimización de sistemas. Estudio de la interacción de haces de iones energéticos con materiales, para problemas relacionados con litografía EUV y tecnología de reactores de fusión nuclear. Materiales para la construcción, horno solar de alta temperatura y edificaciones bioclimáticas. En áreas de termo-fluidos, generación de energía, energías alternativas. Estudio del transporte de hidrógeno en reactores de fusión nuclear, en energía solar térmica, materiales cromogénicos (electrocromicos y termocromicos) para aplicación en uso eficiente de la energía. Cuenta con cinco LGAC como análisis de imágenes, energías alternativas, mecatrónica, procesamiento de materiales y manufactura y biotecnología.

X. Red de energía del IPN

Grupo colegiado que aglutina especialistas realizando investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la energía. Es de particular importancia el trabajo que se realiza en sistemas eléctricos convencionales, redes inteligentes, sistemas de generación distribuida, energía eólica, energía solar, generación y aprovechamiento del hidrógeno, biocombustibles, inserción de fuentes renovables de energía a redes convencionales y almacenamiento de energía.

Aprovechando la experiencia de los diferentes integrantes de la red de energía se pueden clasificar en forma general por grupos de interés en áreas específicas.

X.1 Solar Fotovoltaica

Nombre	Unidad (Adscripción)
Cigarroa Mayorga Oscar Eduardo	(UPIITA)
Cabrera Arenas Víctor	(UPIITA)
García Sánchez Mario Fidel	(UPIITA)
Ramírez López Manolo	(UPIITA)
Andraca Adame José Alberto	(UPIIH)
Trejo Baños Alejandro	(ESIME CUL)
Miranda Durán Álvaro	(ESIME CUL)
Castillo Alvarado Fray de Landa	(ESFM)
Contreras Puente Gerardo Silverio	(ESFM)
Casas Espínola José Luis	(ESFM)
Vigil Galán Osvaldo	(ESFM)
Albor Aguilera María De Lourdes	(ESFM)
Ramos López Gonzalo Alonso	(CICATA QRO)
Pineda Piñón Jorge	(CICATA QRO)
Aguilar Frutis Miguel Ángel	(CICATA ALT)
Espadas Álvarez Armando de Jesús	(CIEMAD)
Chalé Lara Fabio Felipe	(CICATA ALT)

X.2 Microredes

Nombre	Unidad (Adscripción)
Sebastián Baltazar David	(ESIME ZAC)
Quinto Diez Pedro	(ESIME ZAC)
Ortega González Rubén	(ESCOM)
Carranza Castillo Oscar	(ESCOM)
Sosa SAVEDRA Julio Cesar	(CICATA QRO)

X.3 Hidrógeno/Almacenamiento

Nombre	Unidad (Adscripción)
González Huerta Rosa Guadalupe	(ESIQIE)

Hernández Pichardo Martha Leticia	(ESIQIE)
Mantilla Ramírez Ma. de los Ángeles	(CICATA LEG)
Cortés Escobedo Claudia Alicia	(CIITEC)
Tufiño Miguel	(ESFM)
Carvajal Mariscal Ignacio	(ESIME ZAC)
Barbosa Saldaña Juan Gabriel	(ESIME ZAC)
Jiménez Bernal José Alfredo	(ESIME ZAC)
Sánchez Silva Florencio	(ESIME ZAC)
Carvajal Quiroz Eliel	(ESIME CUL)
Loboda Igor	(ESIME CUL)
Olivares Robles Miguel Ángel	(ESIME CUL)
Zacarías Santiago Alejandro	(ESIME ZAC)
Sandoval Pineda Juan Manuel	(ESIME ZAC)
Domínguez Crespo Miguel Antonio	(CICATA ALT)
Torres Huerta Aidé Minerva	(CICATA ALT)

X.4 Biocombustibles

Nombre	Unidad (Adscripción)
Limas Ballesteros Roberto	(ESIQIE)
Romero Ibarra Issis Claudette	(UPIITA)
Romo Rico Daniel	(ESIA TIC)
Márquez Rocha Facundo Joaquín	(CRPL)
Hernández Altamirano Raúl	(CMP+L)
Mena Cervantes Violeta Yasmín	(CMP+L)
Sánchez Pérez Rocío	(CMP+L)
Flores Vela Abelardo	(CMP+L)
Mederos Nieto Fabián Salvador	(CMP+L)
Elizalde Martínez Ignacio	(CMP+L)
Norzagaray Campos Mariano	(CIBNOR)
Tovar Gálvez Luis Raúl	(CIEMAD)
Santes Hernández Víctor Florencio	(CIEMAD)
Gutiérrez Castillo María Eugenia	(CIEMAD)
Santolalla Vargas Carlos Eduardo	(CIEMAD)

Sin embargo, también es posible hacer otra clasificación por Unidad Politécnica de Investigadores que pertenecen a la Red de Energía del IPN.

XI.1 UPIITA

Nombre	Unidad (Adscripción)
Cigarroa Mayorga Oscar Eduardo	(UPIITA)
Cabrera Arenas Víctor	(UPIITA)
García Sánchez Mario Fidel	(UPIITA)
Ramírez López Manolo	(UPIITA)
Romero Ibarra Issis Claudette	(UPIITA)

XI.2 UPIIH

Nombre	Unidad (Adscripción)
Andraca Adame José Alberto	(UPIIH)

XI.3 CICATA LEG

Nombre	Unidad (Adscripción)
Mantilla Ramírez Ma. de los Ángeles	(CICATA LEG)
Aguilar Frutis Miguel Ángel	(CICATA LEG)

XI.4 ESIME CULHUACAN

Nombre	Unidad (Adscripción)
Trejo Baños Alejandro	(ESIME CUL)
Miranda Durán Álvaro	(ESIME CUL)
Carvajal Quiroz Eliel	(ESIME CUL)
Loboda Igor	(ESIME CUL)
Olivares Robles Miguel Ángel	(ESIME CUL)

XI.5 ESFM

Nombre	Unidad (Adscripción)
Castillo Alvarado Fray de Landa	(ESFM)
Contreras Puente Gerardo Silverio	(ESFM)
Casas Espínola José Luis	(ESFM)
Vigil Galán Osvaldo	(ESFM)
Albor Aguilera María De Lourdes	(ESFM)

XI.6 CICATA QRO

Nombre	Unidad (Adscripción)
Ramos López Gonzalo Alonso	(CICATA QRO)
Pineda Piñón Jorge	(CICATA QRO)
Sosa Savedra Julio Cesar	(CICATA QRO)

XI.7 CICATA ALT

Nombre	Unidad (Adscripción)
Chalé Lara Fabio Felipe	(CICATA ALT)
Domínguez Crespo Miguel Antonio	(CICATA ALT)
Torres Huerta Aidé Minerva	(CICATA ALT)
Caballero Felipe	(CICATA ALT)

XI.8 CIEMAD

Nombre	Unidad (Adscripción)
Espadas Álvarez Armando de Jesús	(CIEMAD)
Tovar Gálvez Luis Raúl	(CIEMAD)
Santes Hernández Víctor Florencio	(CIEMAD)
Gutiérrez Castillo María Eugenia	(CIEMAD)
Santolalla Vargas Carlos Eduardo	(CIEMAD)

XI.9 ESIME ZAC

Nombre	Unidad (Adscripción)
Sebastián Baltazar David	(ESIME ZAC)
Quinto Diez Pedro	(ESIME ZAC)
Carvajal Mariscal Ignacio	(ESIME ZAC)
Barbosa Saldaña Juan Gabriel	(ESIME ZAC)
Jiménez Bernal José Alfredo	(ESIME ZAC)
Sánchez Silva Florencio	(ESIME ZAC)
Zacarías Santiago Alejandro	(ESIME ZAC)
Sandoval Pineda Juan Manuel	(ESIME ZAC)

XI.10 ESCOM

Nombre	Unidad (Adscripción)
Ortega González Rubén	(ESCOM)
Carranza Castillo Oscar	(ESCOM)

XI.11 ESIQIE

Nombre	Unidad (Adscripción)
González Huerta Rosa Guadalupe	(ESIQIE)
Hernández Pichardo Martha Leticia	(ESIQIE)
Limas Ballesteros Roberto	(ESIQIE)

XI.12 CIITEC

Nombre	Unidad (Adscripción)
Cortés Escobedo Claudia Alicia	(CIITEC)

XI.13 ESIA TICOMAN

Nombre	Unidad (Adscripción)
Romo Rico Daniel	(ESIA TIC)

XI.14 CRPL

Nombre	Unidad (Adscripción)
Márquez Rocha Facundo Joaquín	(CRPL)

XI.15 CIBNOR

Nombre	Unidad (Adscripción)
Norzagaray Campos Mariano	(CIIDIR CIBNOR)

XI.16 CMPL

Nombre	Unidad (Adscripción)
Hernández Altamirano Raúl	(CMP+L)
Mena Cervantes Violeta Yasmín	(CMP+L)
Sánchez Pérez Rocío	(CMP+L)
Flores Vela Abelardo	(CMP+L)
Mederos Nieto Fabián Salvador	(CMP+L)
Elizalde Martínez Ignacio	(CMP+L)

Considerando la experiencia de cada investigador que realiza se puede capitalizar para proponer proyectos insignia de la red de energía mediante trabajo interdisciplinario. Posterior, al trabajo realizado dentro de la red de energía se debe proponer el trabajo multired.