



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

REPORTE ANUAL DE
POTENCIAL
DE MITIGACIÓN
DE GEI DEL SECTOR ELÉCTRICO

ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	4
Introducción.....	5
Emisiones del Sector Energético	5
Alcances y Limitaciones	6
1. Compromisos de mitigación de GEI en el sector Eléctrico	7
1.1. Compromisos Internacionales: Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)	7
1.2. Compromisos Nacionales: LGCC, ENCC, LIE, LTE, Metas de eficiencia energética (Estrategia), Plan Nacional de Desarrollo 2019-2033.....	9
2. Metodología.....	10
2.1. Línea Base de emisiones GEI	10
2.2. Escenario PRODESEN	11
3. Potencial de mitigación de GEI en el sector eléctrico	12
3.1. Resultados	12
3.1.1 Escenario PRODESEN 2019-2033	12
4. Conclusiones	13
Referencias.....	14
Anexos.....	15

Listado de abreviaturas

BAU	Business as Usual
CENACE	Centro Nacional del Control de la Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
GEI	Gases Efecto Invernadero
Gg	Giga gramos
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGyCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LIE	Ley de la Industria Eléctrica
LTE	Ley de Transición Energética
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
NO ₂	Óxido Nitroso
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PIE	Productores Independientes de Energía
PIIRCE	Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas
PJ	Peta Joule
PRODESEN	Programa de Desarrollo del Sector Eléctrico Nacional 2019-2033
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SIE	Sistema de Información Energética
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura



Resumen ejecutivo

Con Fundamento en lo dispuesto en el artículo 14 fracción IX de la Ley de Transición Energética, y de acuerdo con la nueva política energética, la Secretaría de Energía presenta el segundo Reporte Anual del Potencial de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del sector eléctrico.

México cuenta con compromisos internacionales y nacionales enfocados a la reducción de emisiones de gases GEI, los cuales se retoman en diversas leyes e instrumentos de la legislación nacional. El pasado 22 de abril del 2016, México ratificó al *Acuerdo de París*, el cual tiene por “objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza”¹, para lo cual se consideran diversas acciones tales como mantener el aumento de la temperatura media global por debajo de los 2°C a través de esfuerzos denominados Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) de países miembros.

En este contexto, el país se comprometió a reducir de manera no condicionada 22% sus emisiones GEI para el año 2030, con respecto a la línea base lo cual implica una reducción del 31% en la generación eléctrica, considerando como línea base 2013. Dicho compromiso internacional se encuentra sustentado en el marco normativo nacional, el cual adicionalmente contempla metas de energías limpias a mediano y largo plazo: 2024, 2030, 2034 y 2050.

El objetivo de este reporte consiste en analizar el potencial de mitigación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), comparando la trayectoria de emisiones asociadas a la matriz energética proyectada por el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033 (PRODESEN) contra la línea base utilizada para las NDC y los compromisos nacionales. Para lograrlo, se compararon dos trayectorias de emisiones 2019-2030:

- Línea Base
- Escenario PRODESEN

La Línea Base empleada comprende la trayectoria de emisiones del sector eléctrico proyectada al 2013-2030 por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en un escenario “Business As Usual” (BAU), en el cual no se contemplan medidas de mitigación. El escenario PRODESEN consiste en la trayectoria de emisiones planteadas con el cumplimiento de las metas de energías limpias en el corto y largo plazo, lo cual implica la adición total de 39 GW de capacidad instalada de energía limpia para el periodo 2019-2033.

Después de hacer el análisis sobre la evolución de energía eléctrica y la proyección de emisiones GEI asociadas, se ha llegado a la conclusión de que bajo el escenario analizado se estarían cumpliendo con las metas establecidas en el *Acuerdo de París*, la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y la Ley de Transición Energética (LTE). Dichas leyes establecen que se debe contribuir en la reducción de GEI en la generación de energía eléctrica con al menos 31% para el año 2030, así como lograr el objetivo de energía limpias de 35% para el 2024. Bajo los datos planteados en el PRODESEN 2019-2033 se llegaría a una reducción del 50% de emisiones de GEI con respecto a la línea base 2013.

Todo esto bajo el nuevo modelo de desarrollo energético, el cual involucra la autosuficiencia energética sostenible, cumpliendo con los compromisos y metas establecidas en la LGCC, tanto en materia de cambio climático, como en reducción de emisiones.

¹ Acuerdo de París, Naciones Unidas 2015. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf



Introducción

Con la finalidad de promover la acción global ante el cambio climático, México se ha comprometido con la mitigación de emisiones al participar de manera activa en acuerdos nacionales e internacionales. Dichos acuerdos, han sido clave para plantear metas y estrategias con respecto a la reducción de GEI los cuales son uno de los principales componentes que potencian el cambio climático.

El sector energía en el 2015 representó el 71.11% de las emisiones totales nacionales brutas y de esa cantidad, la producción de energía eléctrica contribuyó con el 20.26%, aproximadamente, 141 MtCO₂e². En ese mismo año, las emisiones de GEI, sin considerar las absorciones, ascendieron a 700 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e), de las cuales la mayor contribución se debe al autotransporte, con 22.8%, seguido por las actividades de generación de energía eléctrica que incluyen centrales de autogeneración con 20.3%, ganadería con 10.1% e industrias de manufactura y de la construcción con 9.1%. Al comparar las emisiones del año 2015 en el sector energía, se registra un aumento del 65% con respecto a 1990, pasando de 301 MtCO₂e a 497 MtCO₂e con una tasa de crecimiento medio anual de 2%.

Bajo este contexto, la Secretaría de Energía (SENER) es responsable de elaborar el Reporte Anual del Potencial (RAP) de mitigación de GEI del sector, acorde con las necesidades de crecimiento del país y de los avances en su proceso de reducción de emisiones³. Estos resultados se encontrarán alineados a los compromisos internacionales en materia de reducción de emisiones de GEI conforme a la LTE indicado en su transitorio Tercero.

La presente edición del RAP busca homologar resultados con los integrantes claves del sector eléctrico para futuras ediciones. Esta segunda edición, se enfocará en la categoría de emisiones por quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, con una proyección de los resultados esperados al año 2030 con la integración de las energías renovables y limpias.

El Reporte consta de 5 capítulos. En el primero, se mencionan los antecedentes que dan la importancia a la elaboración del RAP, es decir, el marco normativo tanto internacional como nacional. El segundo capítulo tiene como finalidad explicar la metodología usada para los diferentes escenarios planteados. Posteriormente, los resultados son mostrados y analizados en el capítulo 3. Finalmente, en el capítulo 4 y 5 se presentan las conclusiones y las recomendaciones para lograr la alineación de las metas con lo reportado.

Emisiones del Sector Energético

El sector energético en México es fundamental para el desarrollo económico del país, al promover las actividades productivas e impulsar el bienestar de las familias mexicanas. El Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI), elaborado por el INECC, contiene la estimación de las emisiones antropogénicas de gases y compuestos de efecto invernadero y de la absorción por los sumideros en México. Incluidas dentro de la categoría de energía, se estiman las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles, así como las emisiones fugitivas asociadas al sector de petróleo y gas y generación de electricidad.

Conforme a los datos del INEGyCEI, durante el 2015, se emitió lo correspondiente a 700 MtCO₂e, sin considerar los sumideros de carbono naturales. Las emisiones del sector energía representaron 71.1% de las emisiones totales, siendo el sector transporte y las industrias de la energía los principales contribuidores.

² Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bial de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático INECC, 2018

³ Art. 14 Fracción IX. LTE, disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>



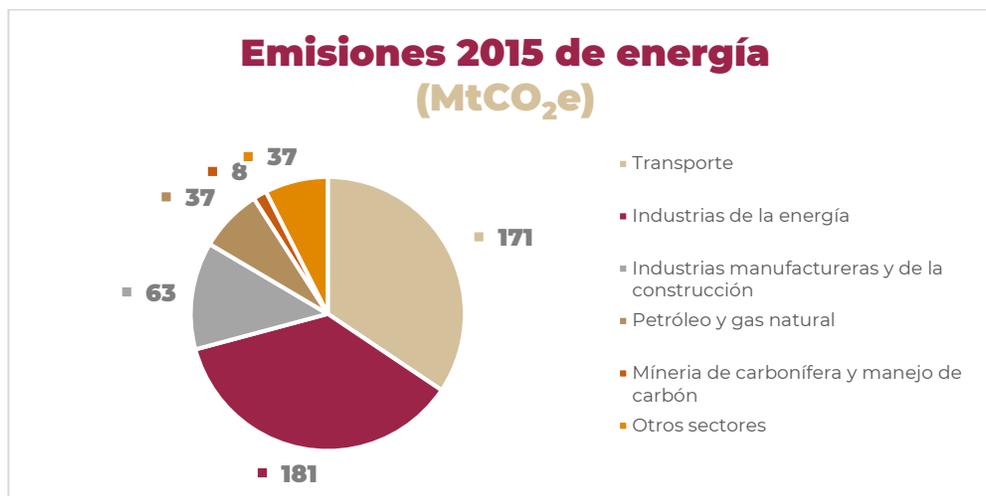


Figura 1. Desglose de las emisiones de energía en el año 2015. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGyCEI 2015.

Las emisiones asociadas a la fuente de petróleo y gas (37 MtCO₂e) corresponden a emisiones fugitivas, provenientes de los procesos de producción, quema, venteo y distribución de hidrocarburos. Adicionalmente, en la subcategoría de industrias de la energía, en la fuente de refinación de petróleo se reportan las emisiones asociadas a la combustión de energéticos primarios y secundarios para obtener vapor y energía en la refinación de petróleo (12 MtCO₂e) y en otras industrias de la energía las originadas por la quema de combustibles en actividades que van desde exploración y producción de petróleo y gas y el procesamiento de este, hasta el transporte y distribución de petrolíferos (26 MtCO₂e). En total, en 2015 el sector petróleo y gas emitió 75 MtCO₂e que representó el 10.7% de las emisiones totales de GEI a nivel nacional⁴.

Por otra parte, en el sector de generación eléctrica se reportan las emisiones por el uso de combustibles fósiles en las centrales eléctricas operadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los Productores Independientes de Energía (PIE), quienes proveen de energía eléctrica para el servicio público. Los gases reportados para este sector son bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) por consumo de combustible. En 2015 el sector de generación de electricidad contribuyó con 142 MtCO₂e, que corresponde a 20.3% de las emisiones totales de GEI a nivel nacional, posicionándose como el segundo sector emisor de gases GEI⁵.

Alcances y Limitaciones

El RAP de GEI del sector eléctrico tiene por objetivo principal documentar avances en el proceso de reducción de emisiones de dicho sector, determinar su nivel de alineación con los compromisos nacionales e internacionales en la materia, así como establecer recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

El escenario de producción de energía eléctrica utilizado para estimar las emisiones futuras del SEN, está basado en las proyecciones de la evolución de la matriz energética publicadas en el PRODESEN 2019-2033. Este escenario contempla adiciones de acuerdo con el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE), el cual establece de forma indicativa los requerimientos de capacidad de generación para satisfacer la demanda de energía eléctrica y cumplir con las Metas de Energías Limpias.

⁴ Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bial de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático INECC, 2018

⁵ Ídem



1. Compromisos de mitigación de GEI en el sector Eléctrico

México cuenta con diversos compromisos tanto nacionales como internacionales de mitigación de GEI, los cuales establecen metas específicas respecto a la trayectoria de reducciones de emisiones y la participación de energía limpia en la matriz energética. Estas metas están soportadas por diversas leyes e instrumentos del marco normativo nacional, las cuales se describen en este capítulo.

1.1. Compromisos Internacionales: Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)

El 12 de diciembre del 2015 se creó el *Acuerdo de París*, dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), convirtiéndose en un instrumento clave para la lucha mundial contra cambio climático. Sus objetivos centrales contemplan mantener el aumento de temperatura media mundial por debajo de los 2°C respecto a niveles preindustriales durante este siglo, a través de medidas de mitigación y adaptación establecidas en las NDC de los países miembros.

Al formar parte del acuerdo⁶, México desarrolló sus contribuciones y metas nacionales en línea con los objetivos, instrucciones y prioridades contenidas en la LGCC, así como a los acuerdos establecidos en la CMNUCC⁷. Estos compromisos establecidos en las NDC forman parte ya de la legislación mexicana⁸, por tanto, su observancia resulta obligatoria. Las NDC consideran metas de adaptación y mitigación, estas últimas sujetas a medidas no condicionadas y condicionadas. Las medidas no condicionadas son aquellas que serán financiadas con recursos propios mientras que las condicionadas dependen de criterios como lo es el acceso a recursos financieros de bajo costo, la adopción de precio internacional del carbono y cooperación técnica, entre otros.

Con respecto a la mitigación de las emisiones nacionales, México se compromete a reducir de manera no condicionada el 22% de las emisiones de GEI al año 2030, frente a un escenario tendencial con una Línea Base 2013, que implicaba no emprender acciones para frenar el proceso de cambio climático⁹. En la Figura 2 se muestra el escenario tendencial propuesto en las NDC considerando la línea base del año 2013. En cuanto al sector de generación de electricidad, se contempla una reducción del 31% al año 2030, lo cual presenta una disminución de 63 MtCO₂e.

Es importante mencionar que cada sector cuenta con acciones propias de mitigación, en línea con los compromisos realizados (Figura 2). Dentro de los programas de mitigación más relevantes que impactan al sector de Uso de Suelo, Cambio de Suelo y Silvicultura (UCSUS), se encuentra “Sembrando Vida”¹⁰, dentro del cual se plantea la reforestación de 1 millón de hectáreas través de sistemas productivos agroforestales, con posibilidades de ampliarse a dos millones de hectáreas para el año 2020.

⁶ México firmó el Acuerdo de París el 22 de abril del 2016, el cual fue ratificado en el Senado de la República el 14 de septiembre del mismo año.

⁷ Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático INECC, 2018

⁸ Principales cambios en la Ley General de Cambio Climático. SEMARNAT (2018). Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/principales-cambios-en-la-ley-general-de-cambio-climatico>

⁹ Costos de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México. Medidas Sectoriales No Condicionadas. Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2018. México.

¹⁰ DOF, 2018 Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019



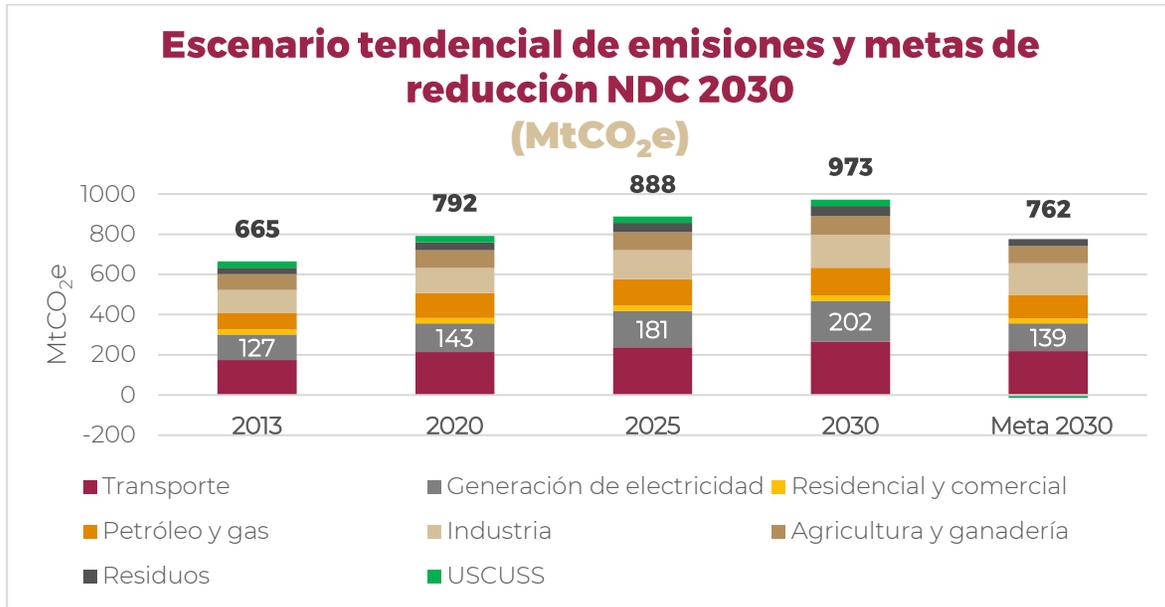


Figura 2. Escenario tendencial de las emisiones nacionales de GEI vs las metas de reducción NDC no condicionadas para el periodo 2020-2030. Fuente: Elaboración propia con información de Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020-2030 (INECC, 2015).

La trayectoria¹¹ de mitigación del sector eléctrico estipulada en contribuciones nacionalmente determinadas esta soportada por cuatro medidas las cuales contemplan: alcanzar 35% de energía limpia en 2024 y 43% al 2030; modernizar las plantas de generación; reducir pérdidas técnicas en la red eléctrica y sustituir combustibles pesados por gas natural (Figura 3).



Figura 3. Escenario tendencial y mitigación del sector eléctrico. Fuente: INECC, 2015

¹¹ Ídem



1.2. Compromisos Nacionales: LGCC, ENCC, LIE, LTE, Metas de eficiencia energética (Estrategia), Plan Nacional de Desarrollo 2019-2033.

El marco normativo nacional en esta materia está conformado por la LTE, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (Estrategia) y los Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020 - 2030. La LGCC, es el principal instrumento de política con que cuenta el país para enfrentar el cambio climático, teniendo dentro de sus objetivos la instrumentación de política nacional que incorpore acciones de adaptación y mitigación con un enfoque de largo plazo, sistemático, descentralizado, participativo e integral¹². Dentro de la LGCC, se establecen, entre otros, los objetivos de energías limpias, así como las bases para que México logre los compromisos adoptados en el *Acuerdo de París*.

En la reforma realizada a la LGCC en el 2018, se ratifica la meta de lograr una reducción de 22% de emisiones GEI respecto de la línea base 2013, incorporando las metas, conceptos y premisas del *Acuerdo de París* como parte de los compromisos nacionales de México¹³. Dentro de las modificaciones, se incluye establecer de manera progresiva y gradual un sistema de comercio de emisiones (mercado de carbono) para promover la reducción de emisiones, al menor costo posible, así como la importancia de establecer un marco de transparencia para informar el progreso y avance de las NDC.

Las metas de energías limpias tienen su fundamento en la LGCC y la LTE, las cuales son respaldadas por sus respectivos instrumentos de planeación, las estrategias ENCC y La Estrategia. Dentro de la LGCC se establece el objetivo de alcanzar por lo menos el 35% de la generación eléctrica a partir de fuentes limpias, las cuales incluyen fuentes renovables, nucleoelectricas, cogeneración eficiente, así como captura y almacenamiento de carbono, en el año 2024. Esta meta fue retomada en la LTE publicada el 24 de diciembre del 2015 en el DOF, cuyo artículo 4° dispone que a través de las Metas de Energías Limpias y de Eficiencia Energética, la SENER promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la LGCC para la industria eléctrica, por otro lado, en su Transitorio Tercero se adicionan 2 nuevos hitos para el 2018 y el 2021 (Figura 4). De la misma manera, la ENCC y la Estrategia incorporan metas de energías limpias de mediano y largo plazo. La ENCC en su visión 10-20-40 define la participación mínima de fuentes limpias (35%, 40% y 50%) en los siguientes 10, 20 y 40 años respectivamente mientras que la Estrategia establece la participación de 35%, 37.7% y 50% al 2024, 2030 y 2050 respectivamente.

De igual manera, en línea con lo establecido en la LTE, dentro de la Estrategia se definen metas de eficiencia energética, producto de una serie de análisis, diagnósticos y estudios. Dichas metas establecen la reducción de 1.9% de la tasa anual de intensidad de consumo final de energía, (PJ/PIB) para el periodo 2016-2030 y 3.7% para el 2031-2050¹⁴. Los indicadores para monitoreo y seguimiento de las metas se contemplan en la Estrategia, sin embargo, no serán parte del alcance de este reporte.

¹² SEMARNAT.2015. Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030, Disponible en: <http://www.gob.mx/semarnat/articulos/compromisos-de-mitigacion-y-adaptacion-2020-2030>

¹³ SEMARNAT.2018. Principales cambios en la ley general de cambio climático, Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/principales-cambios-en-la-ley-general-de-cambio-climatico>

¹⁴ Estrategia de Transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. CONUEE,2016. Disponible en: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estrategia-de-transicion-para-promover-el-uso-de-tecnologias-y-combustibles-mas-limpios-2016>



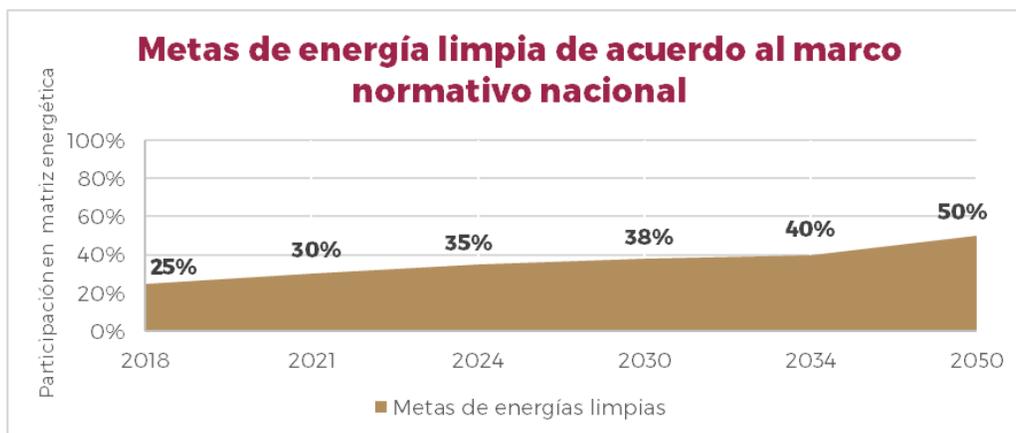


Figura 4. Hitos de energías limpias de acuerdo con normativa nacional. Fuente: Elaboración propia con datos de la Ley General de Cambio Climático, Ley de Transición Energética, Estrategia Nacional de Cambio Climático (SEMARNAT, 2013) y la Estrategia para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (Gobierno de la República, 2016)

Finalmente, la SENER, bajo el principio rector del PND, "No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie afuera¹⁵"; se enfocará en fomentar la eficiencia energética y el uso racional de la energía, así como una disminución en el índice de carbono en la generación de energía, además de incentivar la transición energética hacia las energías renovables.

2. Metodología

2.1. Línea Base de emisiones GEI

La Línea Base seleccionada para calcular el potencial de mitigación, es la creada por el INECC en el 2015, la cual toma como año base la actualización del INEGyCEI del 2013. Dicha Línea Base es una proyección de emisiones futuras de GEI, desagregadas por sector, basadas en un crecimiento económico y tomando en cuenta un escenario "Business As Usual" (BAU) en ausencia de acciones de mitigación de emisiones para en el horizonte de tiempo 2013-2030.

La Línea Base del sector eléctrico representa las emisiones asociadas al crecimiento de la matriz energética para cumplir con la demanda proyectada, tomando como año base las emisiones correspondientes al 2013, (Figura 5). Sobre dicha Línea Base, se compararon los avances respecto a la meta de reducción de emisiones correspondientes al 31% para el 2030, conforme al *Acuerdo de París* y la LGCC. Es importante mencionar que esta Línea Base elaborada por el INECC, no toma en cuenta autoconsumos de energía.

¹⁵ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. DOF. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019



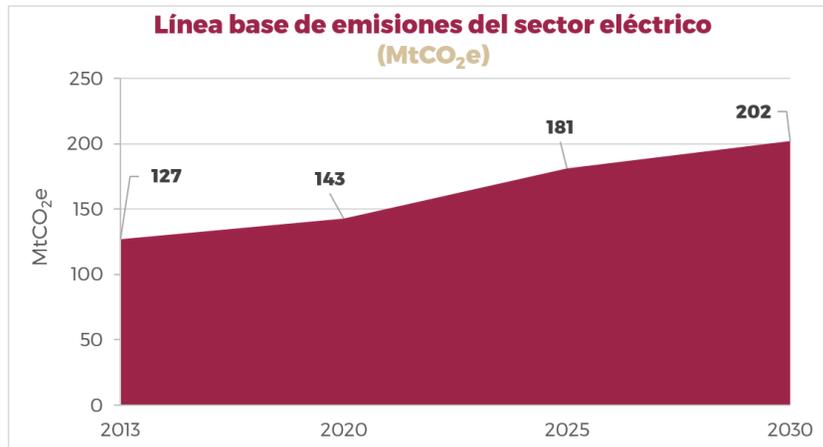


Figura 5. Línea Base del sector de generación de electricidad. Fuente: Elaboración propia con información del INECC (Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio climático para el periodo 2020-2030, 2015)

2.2. Escenario PRODESEN

Para la estimación de emisiones GEI del periodo 2019-2030, se utilizaron las proyecciones de generación de energía eléctrica estimadas por el PRODESEN 2019-2033. Dicho instrumento contiene la planeación del SEN, en lo referente a las actividades de generación, transmisión y distribución.

Respecto a la evolución de la matriz de generación eléctrica nacional, se considera el PIIRCE el cual establece de forma indicativa los requerimientos de capacidad de generación para satisfacer la demanda de energía eléctrica y cumplir con las Metas de Energías Limpias. Como resultado, se contempla la instalación de 70,313 MW adicionales para el periodo 2019-2033, de los cuales 39,346 MW corresponden a energía limpia. Dentro de las tecnologías limpias con mayor crecimiento, destacan la fotovoltaica y la eólica, con 20,641 MW y 13,288 MW adicionales de capacidad respectivamente proyectados para instalarse durante dicho periodo (Figura 6).

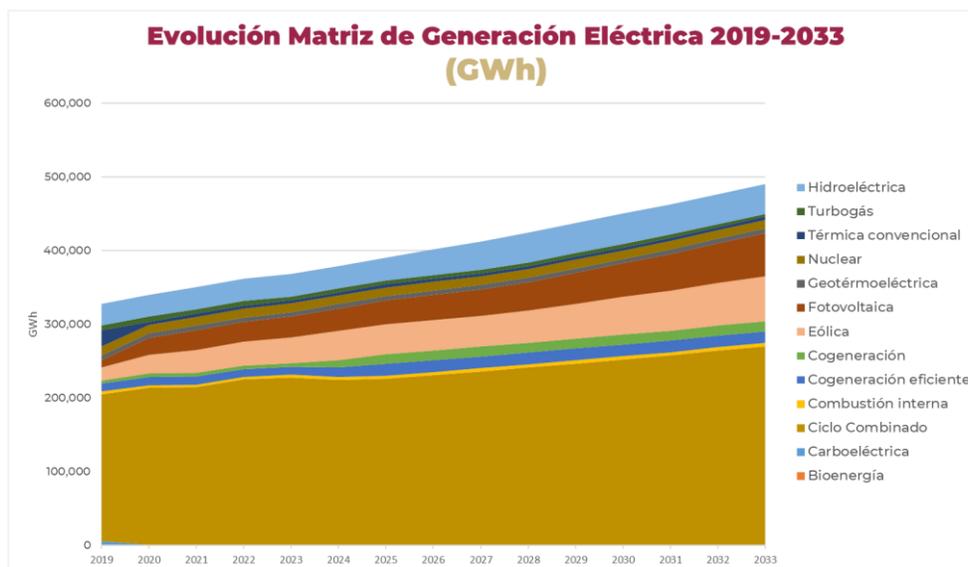


Figura 6. Evolución de la matriz de generación eléctrica 2019-2033 en Giga Watts hora. Fuente: Elaboración propia con datos de PRODESEN 2019-2033



3. Potencial de mitigación de GEI en el sector eléctrico

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos respecto al potencial de mitigación de GEI con relación a la generación de energía eléctrica del SEN comparando el escenario PRODESEN 2019-2033 con la Línea Base (2013) para así poder determinar el potencial de mitigación de GEI.

3.1. Resultados

3.1.1 Escenario PRODESEN 2019-2033

El PRODESEN 2019-2033 presenta una estimación de emisiones de CO₂e asociadas a la producción de energía en el SEN. Estas emisiones están asociadas al uso de tecnologías convencionales para la generación de electricidad, las cuales utilizan como principal insumo combustibles fósiles.

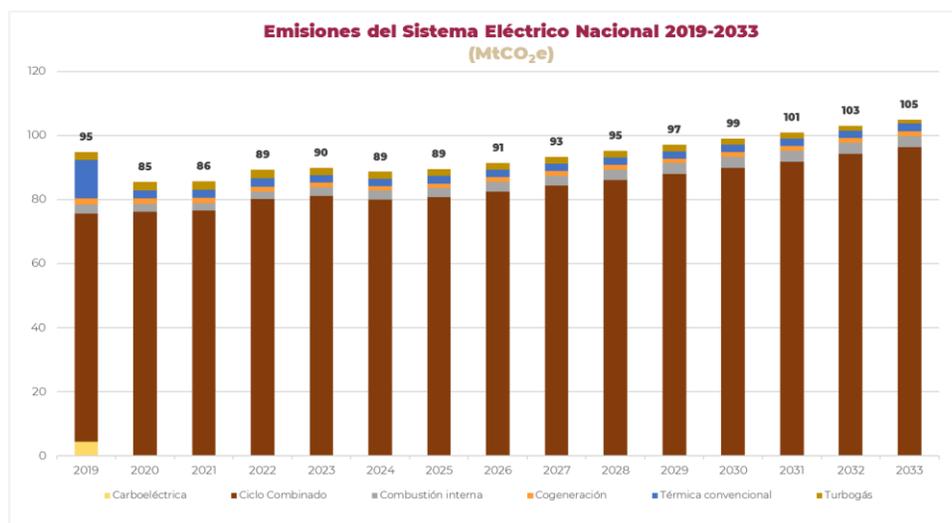


Figura 7. Trayectoria de emisiones de acuerdo con el escenario PRODESEN 2019-2033. Fuente: Elaboración propia con datos del PRODESEN 2019-2033

Como se puede observar en la Figura 7, hay una tendencia de reducción en las emisiones de CO₂e del año 2019 al 2020 donde se llegaría al mínimo de 85 MtCO₂e. Por otra parte, a partir del 2020 habría un incremento gradual en las emisiones de GEI llegando al máximo en el año 2033 con un total de 105 MtCO₂e. Este incremento está asociado principalmente a la instalación proyectada de 29,294 MW de plantas de ciclo combinado durante dicho periodo.

El porcentaje de incremento de emisiones, siguiendo el escenario PRODESEN planteado anteriormente, sería del 11% del 2019 al 2023. Sin embargo, las emisiones absolutas al año 2030 (99 MtCO₂e) estarían por debajo de la meta no condicionada establecida en el Acuerdo de París y la LGCC.

Dicha meta implica la reducción de 31 % de las emisiones GEI del sector eléctrico respecto a la Línea Base 2013 (202 MtCO₂e), lo que corresponde a emitir por debajo de 140 MtCO₂e al 2030¹⁶. De acuerdo con el PRODESEN 2019-2033, esta disminución de GEI llegaría a niveles significativamente bajos debido a la integración de fuentes renovables de energía, tecnologías limpias y a la alta eficiencia de las centrales convencionales de gas natural que emitirían menores emisiones a la atmósfera.

¹⁶ Art.2, Fracción VIII, Ley General de Cambio Climático, disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf



Potencial de mitigación Escenario PRODESEN (MtCO₂e)

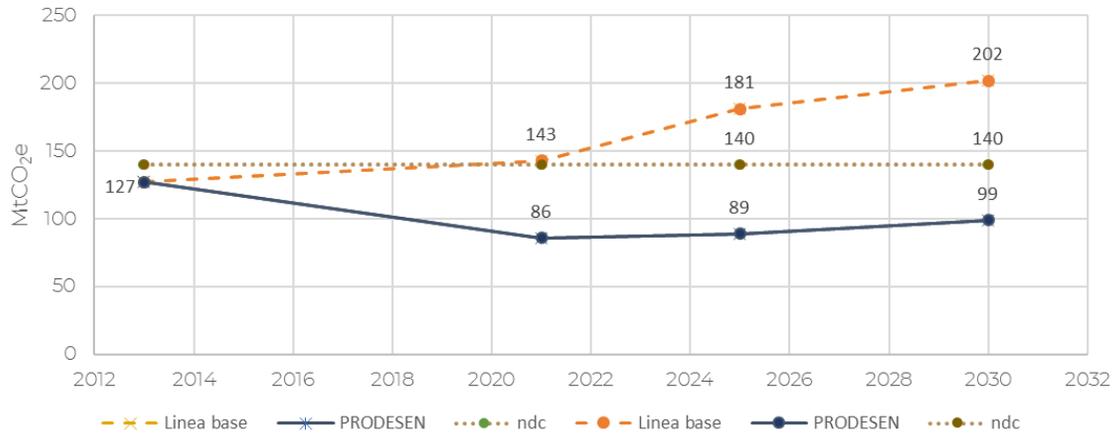


Figura 8. Comparación del potencial de mitigación de GEI. Fuente: elaboración propia.

La Figura 8 muestra la Línea Base con la que se hicieron las NDC, la cual tuvo el año 2013 como base. Las NDC se establecieron como 140 MtCO₂e para el año 2030. Siguiendo las proyecciones que se establecen en el PRODESEN, las emisiones GEI asociadas al sector eléctrico nacional estarían un 50% por debajo de la Línea Base, mitigando un estimado de 102 MtCO₂e.

4. Conclusiones

Basado en las estimaciones del potencial de mitigación que se presentan en este Reporte bajo el escenario PRODESEN 2019-2033, se puede concluir que la meta no condicionada se cumplirá para el año 2030. Sin embargo, es necesario mencionar que el escenario PRODESEN 2019-2033 no considera autoabastecedores y abasto aislados por lo que es importante aclarar que, al realizar las estimaciones de mitigación, considerando energías limpias utilizadas en el autoconsumo y en pequeña escala los valores aquí presentados variarían significativamente. De acuerdo con las estimaciones presentadas en el PRODESEN 2019-2033, las proyecciones de mitigación de GEI serían de 102 millones de toneladas de CO₂e.

Adicionalmente, cabe recalcar que la proyección de emisiones es asociada al ejercicio de planeación del SEN propuesto por PRODESEN 2019-2033, el cual tiene un carácter enunciativo más no limitativo, por lo cual la matriz energética proyectada puede cambiar, lo cual implicaría un aumento o reducción de las emisiones dependiendo de la participación de tecnologías convencionales.

Respecto al alcance, estas estimaciones solo fueron basadas en la generación de energía eléctrica, sin incluir factores de importancia como las variaciones en el consumo final, el impacto de las medidas de eficiencia energética, incremento en la electrificación, disminución de las pérdidas en las redes de transmisión, cambios en la demanda esperada debido a variaciones del clima, entre otros.



Referencias

- CONUUE, 2016. Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. Disponible en: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estrategia-de-transicion-para-promover-el-uso-de-tecnologias-y-combustibles-mas-limpios-2016>
- DOF, 2015. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5301093
- DOF, 2015. Ley de Transición Energética, LTE. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
- DOF, 2018 Programa Nacional de Desarrollo 2019-2024 Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019
- INECC, 2018. Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- INECC. 2018. Costos de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México. Medidas Sectoriales No Condicionadas. Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México.
- OCDE, 2017. IEA electricity information statistics. Obtenido de: http://www.oecd-ilibrary.org/energy/data/iea-electricity-information-statistics_elect-dat
- OECD, 2019. Electricity generation (indicator). doi: 10.1787/c6e6caa2-en (Accessed on 15 November 2019)
- SEMARNAT, 2015. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de México. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/mexico_indc_espanolv2.pdf
- SEMARNAT, 2018. Principales cambios en la ley general de cambio climático, Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/principales-cambios-en-la-ley-general-de-cambio-climatico>
- SEMARNAT.2015. Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030, Disponible en: <http://www.gob.mx/semarnat/articulos/compromisos-de-mitigacion-y-adaptacion-2020-2030>
- SENER, 2019. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2019-2033. Disponible en <https://www.gob.mx/sener/documentos/prodesen-2019-2033>



Anexos

Tablas adicionales de los escenarios de mitigación

Escenario Línea PRODESEN 2019-2033

Tabla 1, Evolución de las emisiones de dióxido de carbono de acuerdo con la generación neta.

Evolución de las Emisiones de CO ₂ en millones de toneladas con base a la generación bruta															
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Carboeléctrica	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciclo Combinado	71	76	76	80	81	80	81	82	84	86	88	90	92	94	96
Combustión Interna	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cogeneración	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Térmica convencional	12	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Turbogás	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Total	95	85	86	89	90	89	89	91	93	95	97	99	101	103	105

*Las cifras totales pueden no coincidir por efectos de redondeo

Tabla 2, Resumen del programa indicativo para la instalación de centrales eléctricas por año y por tecnología de generación (2019-2033) en MW

RESUMEN DEL PIIRCE POR AÑO Y TECNOLOGÍA DE GENERACION 2019-2033 (MW)																
Tecnología	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	Total
Ciclo combinado	5,168	4,038	500	2,497	2,325		956		950	1,758	1,771	2,386	2,205	2,243	2,498	15,484
Turboqas	189	550	200	200											48	1,139
Combustión Interna	44	8			42	44		44	44		44	44		44		314
Hidroeléctrica	15		60	114	203	82	12	719	854	712	151					2,922
Carboeléctrica	129															129
Cogeneración eficiente	380	320				870	812									2,382
Eoloeléctrica	2,051	2,277	887	520	175	1,276	100	250	202	586	975	1,193	779	990	1,028	13,289
Fotovoltaica	4,573	3,430	522		562	790	750	678	594	870	1,443	1,235	1,740	1,740	1,713	20,640
Geotérmica	52				25											77
Bioenergía	37															37
Total	12,637	10,623	2,169	3,331	3,332	3,061	2,630	1,691	2,644	3,926	4,383	4,858	4,724	5,017	5,286	55,285
Energía limpia	7,108	6,027	1,469	634	965	3,017	1,674	1,647	1,650	2,168	2,569	2,428	2,519	2,730	2,741	31,356

*Las cifras totales pueden no coincidir por efectos de redondeo

Tabla 3. Evolución de la Generación Neta en el Sistema Eléctrico Nacional

Evolución de la Generación Neta en el SEN (GWh)																
TECNOLOGÍA	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Bioenergía	704	758	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763	763
Carboeléctrica	13,242	4,926	10	0	0	10	21	82	221	340	240	168	181	144	182	183
Ciclo Combinado	180,873	199,480	213,380	214,099	224,166	227,167	223,622	225,617	230,215	235,014	240,472	245,847	251,126	256,627	263,334	269,128
Combustión Interna	3,162	3,835	3,285	3,253	3,280	3,519	3,798	3,836	4,073	4,319	4,352	4,466	4,709	4,532	4,584	4,593
Cogeneración eficiente	8,411	10,231	11,139	11,139	11,139	11,139	13,608	15,913	15,913	15,909	15,906	15,913	15,904	15,841	15,913	15,913
Cogeneración	4,042	4,042	5,124	5,087	4,793	4,773	9,162	13,260	13,260	13,243	13,264	13,246	13,264	13,274	13,260	13,263
Eólica	13,488	18,423	25,264	30,866	32,129	34,887	39,984	40,352	41,331	42,134	44,136	47,588	51,635	54,486	57,982	61,590
Fotovoltaica	5,135	9,652	22,760	27,004	27,004	28,308	30,385	32,351	34,134	35,702	37,968	41,757	44,992	49,524	54,056	58,522
Geotérmica	6,855	6,809	5,842	5,842	5,842	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045	6,045
Nuclear	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655	11,655
Térmica convencional	34,248	22,126	4,420	4,571	4,444	4,185	4,050	4,223	4,257	4,064	4,098	4,062	3,888	4,157	4,219	4,322
Turbogás	6,108	6,158	6,569	6,186	6,894	5,362	5,329	5,165	5,180	5,140	5,115	5,110	5,047	4,863	3,785	3,243
Hidroeléctrica	29,824	29,872	29,952	29,968	29,990	30,552	30,736	30,736	34,214	38,153	40,785	40,827	40,827	40,827	40,827	40,827
Total Matriz Energética	317,748	327,965	340,161	350,432	362,098	368,364	379,159	389,998	401,261	412,482	424,800	437,447	450,036	462,738	476,606	490,047



Tabla 4. Factores de emisión por tipo de tecnología

Tecnología	Factores de emisión, Ton/MWh			
	SO ₂	NO _x	PST	CO ₂
Biocombustible	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Carboeléctrica	0.00900	0.00125	0.00150	0.85659
Ciclo combinado	0.00000	0.00043	0.00000	0.34521
Combustión interna	0.01760	0.00082	0.00090	0.71301
Cogeneración	0.00000	0.00043	0.00000	0.34521
Cogeneración Eficiente	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Geotérmica	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Nuclear	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Renovable	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Térmica convencional con combustóleo	0.01760	0.00082	0.00090	0.71301
Térmica convencional con diésel	0.00687	0.00120	0.00009	1.22000
Térmica convencional con gas	0.00000	0.00066	0.00000	0.52797
Turbogas con gas	0.00000	0.00045	0.00000	0.37460
Turbogas con diésel	0.00687	0.00120	0.00009	1.22000



GOBIERNO DE MÉXICO



SECRETARÍA DE ENERGÍA

Insurgentes Sur 890, Del Valle,
Benito Juárez, CP 03100, CDMX