



PLAN NACIONAL DE
ENERGÍA
2017 - 2032





PLAN NACIONAL DE
ENERGÍA
2017 - 2032

PLAN NACIONAL DE
ENERGÍA
2017 - 2032

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Jimmy Morales Cabrera

VICEPRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Jafeth Cabrera Franco

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

MINISTRO

Luis Alfonso Chang Navarro

VICEMINISTRO

DEL ÁREA ENERGÉTICA

Rodrigo Estuardo Fernández Ordóñez

VICEMINISTRO DE ENERGÍA Y MINAS

Julio Salvador Contreras Amaya

VICEMINISTRO

DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Alan Alfredo González de León

***MINISTERIO DE AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES***

Sydney Alexander Samuels Milson

***SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACIÓN
Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA***

Miguel Angel Moir Sandoval

**UNIDAD DE PLANEACIÓN
ENERGÉTICO MINERO**

Jefe

Gabriel Armando Velásquez Velásquez

Equipo de Trabajo

Cristian Iván Samayoa Chávez

Marvin Yovani López y López

Jesús Fernando Alvarez Perén

Giancarlo Alexander Guerrero Isem

Fredy Alexander Lepe Milian

Con el apoyo de:

DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA

Jorge Gallina Rucal

Erick Armando Pérez Gámez

**USAID/DESARROLLO
CON BAJAS EMISIONES**

Luis Miguel Lepe Díaz

PLAN NACIONAL DE
ENERGÍA
2017 - 2032

PRESENTACIÓN

Guatemala está pasando en un momento trascendental en su historia. Tiene varios desafíos que superar, uno de ellos es crear mecanismos de articulación para alcanzar el desarrollo energético en los próximos años. Uno de los objetivos propuestos por este Gobierno es brindar mayores y mejores oportunidades a todos los guatemaltecos.

El país ha ido creciendo en sus distintos sectores que contribuyen con el desarrollo de la economía, por lo que esto amerita mayor acceso de fuentes de energía, produciéndose un natural acoplamiento entre economía y energía. Es por ello que el desafío que enfrenta hoy en día Guatemala es contar con recursos energéticos aptos y competitivos para contribuir con el desarrollo sostenible que desea alcanzar el país.

Para la población en general la energía es un insumo necesario para mejorar las condiciones y calidad de vida; su alcance y dotación impactan directamente en el desarrollo económico y social, y por ende, en la reducción de la pobreza.

En consecuencia a los desafíos planteados por el gobierno, el Ministerio de Energía y Minas presenta el Plan Nacional de Energía, como una herramienta de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y en consecuencia los efectos adversos del cambio climático.

Se agradece el acompañamiento brindado por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y a la Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, así como al Proyecto USAID/Desarrollo con Bajas Emisiones para la elaboración de este plan.

Ing. Luis Alfonso Chang Navarro
Ministro Energía y Minas

CONTENIDO

<i>Página</i>	
13	1 DEFINICIONES
17	2 INTRODUCCIÓN
19	3 MARCO POLÍTICO Y JURÍDICO
19	3.1 Compromisos y Acuerdos Globales
	3.1.1 <i>Convención Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático</i>
	3.1.2 <i>Acuerdos de París</i>
	3.1.3 <i>Contribución Nacional Determinada –NDC–</i>
19	3.2 Leyes y Políticas Nacionales de Cambio Climático
	3.2.1 <i>Ley Marco de Cambio Climático</i>
	3.2.2 <i>Política General de Gobierno 2016-2022</i>
	3.2.3 <i>Política Nacional de Cambio Climático</i>
22	3.3 Leyes y Políticas Nacionales del Sub Sector Eléctrico
	3.3.1 <i>Ley General de Electricidad</i>
	3.3.2 <i>Ley de Incentivos para el Desarrollo de Energía Renovable</i>
	3.3.3 <i>Política Energética 2013-2027</i>
27	4 INSTRUMENTOS NACIONALES DE PLANIFICACIÓN
27	4.1 Plan Nacional de Desarrollo K'atun 2032
28	4.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible
31	4.3 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC)
32	4.4 Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones
35	5 ANTECEDENTES
35	5.1 Resumen de los Consumos Energéticos
36	5.2 Resumen del Sub Sector Eléctrico
	5.2.1 <i>Consumos de Energía Eléctrica</i>
	5.2.2 <i>Crecimiento del PIB y el Sector Eléctrico en el País</i>
	5.2.3 <i>Evolución de la Matriz Energética Nacional</i>
43	5.3 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
45	6 SITUACIÓN ACTUAL, 2016
45	6.1 Consumo Energético Nacional
46	6.2 Uso de Energéticos a Nivel Nacional
46	6.3 Potencial Energético Aprovechable

Página	
54	6.4 Matriz Energética Nacional
55	6.5 Subsector Transporte
56	6.6 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
59	7 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE ENERGÍA
60	7.1 Análisis de Actores
65	8 EJES ESTRATÉGICOS DEL PLAN NACIONAL DE ENERGÍA
65	8.1 Primer Eje: Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Renovables
	8.1.1 <i>Acción 1. Diversificación de la Matriz Energética</i>
	8.1.2 <i>Acción 2. Generación Eléctrica con Potencial Geotérmico</i>
	8.1.3 <i>Acción 3. Atención a la conflictividad social para proyectos hidroeléctricos</i>
	8.1.3.1 <i>Metodología para establecer los procesos de consulta</i>
	8.1.4 <i>Acción 4. Promoción del Decreto 52-2003</i>
	8.1.5 <i>Acción 5. Adición de Generadores Distribuidos Renovables y Plantas No Convencionales</i>
	8.1.6 <i>Acción 6. Usuarios Auto-productores con Excedentes de Energía</i>
	8.1.7 <i>Acción 7. Reducción del Consumo de Leña</i>
80	8.2 Segundo Eje: Eficiencia y Ahorro Energético
	8.2.1 <i>Acción 1. Plan Nacional de Eficiencia Energética</i>
	8.2.2 <i>Acción 2. Eficiencia y Ahorro Energético en el Alumbrado Público</i>
	8.2.3 <i>Acción 3. Modelos de Financiamiento para Proyectos de Energías Renovables y Eficiencia Energética.</i>
	8.2.4 <i>Acción 4. Control y Calidad de las importaciones de Combustibles</i>
	8.2.5 <i>Acción 5. Incorporación de los Vehículos Eléctricos y GLP al parque vehicular</i>
	8.2.6 <i>Acción 6. Sector Transporte</i>
	8.2.7 <i>Acción 7. Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en el Sector Residencial</i>
	8.2.8 <i>Acción 8. Gestión de la Energía en el Sector Industria</i>
	8.2.9 <i>Acción 9. Auditorías Energéticas en sector Comercio y Servicios</i>
90	8.3 Tercer Eje: Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
93	9 SEGUIMIENTO, MONITOREO Y EVALUACIÓN
93	9.1 Indicadores de Desempeño Energético del Plan
96	9.2 Indicadores de Impacto del Plan
99	10 CONCLUSIONES
101	11 BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Página</i>	
30	Gráfica 1: Composición de la matriz energética durante el año 2016
35	Gráfica 2: Evolución del consumo energético nacional por sectores
36	Gráfica 3: Evolución de los consumos energéticos por cada subsector
37	Gráfica 4: Generación Eléctrica Nacional por tipo de Combustible
38	Gráfica 5: Potencia Instalada anual de UAEE por distribuidora
39	Gráfica 6: Consumo de Energía eléctrica en kWh per cápita (kWh/persona)
39	Gráfica 7: Consumo eléctrico por persona (kWh per cápita)
40	Gráfica 8: Consumo interno y exportaciones de energía eléctrica
41	Gráfica 9: PIB y su relación con el suministro de agua y electricidad
41	Gráfica 10: Participación del Sector de Suministro de agua y electricidad en el PIB
42	Gráfica 11: Participación Energía Renovable vs No Renovable
43	Gráfica 12: Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía
45	Gráfica 13: Consumo Energético Nacional por sectores, 2016
46	Gráfica 14: Participación de los distintos energéticos a nivel nacional
54	Gráfica 15: Generación de energía eléctrica por tipo de recurso para el año 2016
54	Gráfica 16: Matriz de Generación Eléctrica 2016
55	Gráfica 17: Participación del Transporte Colectivo Urbano
55	Gráfica 18: Participación de los tipos de Transporte Particular Urbano
56	Gráfica 19: Participación de Parque vehicular Extraurbano, 2016
57	Gráfica 20: Emisiones de GEI sector Energía, 2016
67	Gráfica 21: Generación Eléctrica Nacional 2001-2032
67	Gráfica 22: Evolución de la diversificación de la matriz energética 2016-2032
68	Gráfica 23: Generación de Energía Eléctrica Geotérmica
68	Gráfica 24: Tendencias de Emisiones y Reducciones basadas en la diversificación de la matriz energética

<i>Página</i>	
70	Gráfica 25: Energía hidroeléctrica No aprovechada debido al cierre de operaciones de proyecto hidroeléctricos
71	Gráfica 26: Emisiones de GEI por la energía eléctrica suplida por otras centrales a base de combustibles fósiles
75	Gráfica 27: Energía Eléctrica generada por las Plantas candidatas GDR y No Convencionales al año 2032
76	Gráfica 28: Emisiones de GEI para la energía suministrada por centrales GDR y su comparación con centrales convencionales
77	Gráfica 29: Energía generada por los UAEE
77	Gráfica 30: Emisiones de GEI evitadas por los UAEE
80	Gráfica 31: Comparación de los consumos de leña implementando estufas ahorradoras
81	Gráfica 32: Reducción de Consumos de Energía en Alumbrado Público por Cambio de Tecnologías
82	Gráfica 33: Reducción de emisiones de GEI debido al cambio de tecnologías para el alumbrado público
84	Gráfica 34: Importación de Productos Petroleros durante el año 2016
85	Gráfica 35: Incorporación de vehículos eléctricos al parque vehicular, 2005-2016
85	Gráfica 36: Proyección de las unidades de vehículos eléctricos, 2017-2032
86	Gráfica 37: Crecimiento de Vehículos eléctricos y su potencial crecimiento
86	Gráfica 38: Crecimiento de Vehículos eléctricos y su potencial crecimiento
87	Gráfica 39: Proyección de galones de combustible requeridos por vehículos de gasolina
89	Gráfica 40: Proyección de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial
89	Gráfica 41: GWh consumidos para producir 1 Millón de Quetzales
90	Gráfica 42: GWh consumidos para producir 1 Millón de Quetzales
91	Gráfica 43: Tendencia de emisiones de GEI y reducciones propuestas por este plan
94	Gráfica 44: Indicadores de Desempeño Energético – Sector Energía

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Página</i>	
20	Ilustración 1: Tendencia de Emisiones de GEI en Guatemala
22	Ilustración 2: Marco Jurídico Nacional del Subsector Eléctrico
24	Ilustración 3: Ejes estratégicos de la Política Energética 2013-2027
29	Ilustración 4: Mapa de cobertura Eléctrica 2016.
32	Ilustración 5: Desacople del crecimiento económico de las emisiones de GEI
48	Ilustración 6: Mapa de Centrales hidroeléctricas en operación y construcción
50	Ilustración 7: Mapa de Centrales Geotérmicas en operación, construcción y estudios
51	Ilustración 8: Mapa de Centrales Eólicas en Operación, Construcción y estudios
53	Ilustración 9: Mapa de centrales y potencial Fotovoltaico
69	Ilustración 10: Mapa de cuencas hidrográficas del país
71	Ilustración 11: Mapa de la conflictividad social para proyectos hidroeléctricos
96	Ilustración 12: Reducción de emisiones de GEI respecto a los escenarios tendenciales

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Página</i>	
28	Tabla 1: Potencial de Generación Energético Renovable
47	Tabla 2: Potencial Energético del país y su nivel de aprovechamiento
56	Tabla 3: Emisiones de GEI sector energía en Millones de Toneladas de CO ₂ e
60	Tabla 4: Criterios de ponderación para todos los campos
60	Tabla 5: Matriz de análisis de actores aliados para el cumplimiento del Plan Nacional de Energía
61	Tabla 6: Matriz de análisis de actores opositores para el cumplimiento del Plan Nacional de Energía
66	Tabla 7: Planta candidatas de Generación Eléctrica por tipo de recurso
70	Tabla 8: Potencia Instalada de Proyectos hidroeléctricos detenidos
75	Tabla 9: Plantas Candidatas GDR y No convencionales por tipo de recurso
78	Tabla 10: Proyección de los consumos de leña, utilizado como energético
79	Tabla 11: Consumo de leña promocionando las estufas ahorradoras
79	Tabla 12: Tabla de comparación y reducción de leña
81	Tabla 13: Distribución de las Tecnologías de Luminarias para el Alumbrado Público a Nivel Nacional
81	Tabla 14: Cambio en la participación de tecnologías para alumbrado público
94	Tabla 15: Indicadores de Desempeño Energético 2012-2032
95	Tabla 16: Matriz de responsables para el seguimiento, monitoreo y evaluación del Plan Nacional de Energía
96	Tabla 17: Participación de las energías renovables dentro de la matriz energética



1 DEFINICIONES

Acuerdo de París: Acuerdo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global.

Adaptación: Iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados del cambio climático.

Biomasa: Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Se refiere a la biomasa útil en términos energéticos formales: las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química mediante la fotosíntesis; parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica; la energía química de la biomasa puede recuperarse quemándola directamente o transformándola en combustible.

Clima: Se define como el “promedio del estado del tiempo” o como una descripción estadística en términos de valores medios y de variabilidad de las cantidades de interés durante un período que puede abarcar desde algunos meses hasta miles o millones de años.

Cogeneración: Procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria).

Contaminación: Alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en un medio físico o en un ser vivo.

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC): Este permite reforzar la conciencia pública a nivel mundial sobre los problemas relacionados con el cambio climático, y su principal objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Cambio climático: Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que viene a añadirse a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables.

Calentamiento global: Es el calentamiento de la superficie de la tierra, dirigido por fuerzas naturales o antropogénicas.

Contribución Nacional Determinada -NDC-: Compromisos del país ante la urgencia de asumir una acción colectiva necesaria para evitar un incremento de la temperatura y variabilidad climática peligrosa y el esfuerzo por contribuir a alcanzar el objetivo contenido en el Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

CO₂ equivalente (CO₂e): Concentración de CO₂ que produciría el mismo nivel de forzamiento radiactivo que una mezcla dada de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

Combustibles fósiles: Combustibles basados en carbono procedentes de depósitos de hidrocarburos fósiles, incluidos el carbón, la turba, el petróleo y el gas natural.

Derivado del petróleo: Producto procesado en una refinería que usa como materia prima el petróleo. Según la composición del crudo y la demanda, las refinerías pueden producir distintos productos derivados del petróleo.

Desarrollo sostenible: El concepto de desarrollo sostenible se introdujo en la Estrategia Mundial de Conservación (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos UICN, celebrada en 1980) y tiene su origen en el concepto de una sociedad sostenible y en la gestión de los recursos renovables. Adoptado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en 1987 y por la Conferencia de Río en 1992 como un proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional están todos en armonía y fortalecen el potencial actual y futuro con vistas a satisfacer las necesidades y aspiraciones de los seres humanos. El desarrollo sostenible integra dimensiones políticas, sociales, económicas y ambientales.

Dióxido de carbono (CO₂): Gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en los usos del suelo y otros procesos industriales. Constituye el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es el gas

que se toma como referencia para medir otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un Potencial de Calentamiento Mundial de 1.

Eficiencia energética: Relación entre el producto de energía aprovechable de un sistema, un proceso o actividad de conversión y su aportación energética.

Efecto Invernadero: Se le denomina así a la absorción de calor por parte de los gases de efecto invernadero en el sistema superficie-troposfera.

Emisiones: La liberación de sustancias gaseosas como gases de efecto invernadero, a la atmósfera.

Emisión de CO₂-equivalente: Cantidad de emisión de dióxido de carbono que causaría el mismo forzamiento radiactivo igual a una cantidad emitida de un gas de efecto invernadero mezclado homogéneamente, todo ello multiplicado con su respectivo Potencial de Calentamiento Mundial para tener en cuenta los diferentes períodos de tiempo que permanecen en la atmósfera.

Emisiones antropogénicas: Emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero y de aerosoles asociadas a actividades humanas. Entre estas actividades se incluyen la combustión de combustibles fósiles, la deforestación, los cambios en los usos del suelo, la ganadería, la fertilización, etc. que tienen como resultado un incremento neto de las emisiones.

Energía: Cantidad de trabajo o calor emitido. La energía puede ser de diferentes tipos y resulta útil para fines humanos cuando fluye de un lugar a otro o se transforma de un tipo de energía a otro.

Gases de Efecto Invernadero: Son todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera. Es decir, un gas de efecto invernadero (GEI) es todo gas que contribuye al efecto invernadero, lo intensifica y lo vuelve más peligroso, entre otras cosas, aumentando considerablemente la temperatura del planeta, siendo una cuestión fundamental en lo que al calentamiento global refiere.

Hidrocarburos: Compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

Kilovatio (kW): Unidad de potencia o trabajo equivalente a mil vatios.

Kilovatio hora (kWh): Unidad de energía que equivale a la energía desarrollada por una potencia de un kilovatio (kW) durante una hora, equivalente a 3.6 millones de julios. Por lo general, se emplea para la facturación de energía eléctrica, dado que es más fácil de utilizar que la unidad de energía del Sistema Interconectado de unidades, el julio, la cual corresponde a un vatio-segundo (W.s). El julio es, por lo tanto, una unidad demasiado pequeña, lo que obligaría a emplear cifras demasiado grandes.

Matriz energética: Representación cuantitativa de toda la energía disponible en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos.

Metano (CH₄): Gas de efecto invernadero, el cual es el componente fundamental del gas natural y está asociado a todos los combustibles de hidrocarburos, a la ganadería y a la agricultura.

Mitigación: Intervención humana destinada a reducir las fuentes o intensificar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Óxido Nitroso (N₂O): Gas incoloro y no inflamable. Las bacterias producen este gas de forma natural. El sector ganadero y la industria son las principales fuentes antropogénicas de emisión de óxido nitroso. En la atmósfera se comporta como un gas de efecto invernadero de gran potencia.

Potencia (eléctrica): Es la capacidad de realizar trabajo por una unidad de tiempo.

Producto Interior Bruto (PIB): Suma del valor añadido bruto, a precios de consumidor, de todos los productores residentes y no residentes en la economía, más los impuestos, y menos las subvenciones no incluidos en el valor de los productos en un país o zona geográfica durante un período determinado, normalmente de un año.

Se calcula sin deducir de ello la depreciación de los activos fabricados y la degradación y eliminación de recursos naturales.

Protocolo de Kyoto: Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados.

Resiliencia: Término empleado en ecología de comunidades y ecosistemas para indicar la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.

Sistema Nacional Interconectado (SNI): Red interconectada de transmisión y transformación de energía eléctrica conectada con las principales centrales generadoras y subestaciones eléctricas. Es la porción interconectada del sistema eléctrico nacional.

Sumideros: Cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gas de efecto invernadero.

Valor Base: Referencia para cantidades medibles de las cuales se puede medir un resultado alternativo.

Usuarios Auto-productores con Excedentes de Energía (UAEE): Es el usuario del sistema de distribución que inyecta energía eléctrica a dicho sistema, producida por generación con fuentes de energía renovable, ubicada dentro de sus instalaciones de consumo, y que no recibe remuneración por dichos excedentes.



2 INTRODUCCIÓN

La Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, Decreto 07-2013 del Congreso de la República de Guatemala, en su artículo 18 dicta que “El Ministerio de Energía y Minas –MEM-, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- y con la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- elaborará el Plan Nacional de Energía para la Producción y el Consumo basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, la promoción de tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético y la reducción de gases de efecto invernadero”.

El fin de la elaboración del Plan Nacional de Energía es cumplir con los objetivos establecidos en la Ley Marco de Cambio climático, los cuales están orientados a prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país y a través del Gobierno central, entidades descentralizadas, entidades autónomas, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la población en general adopte prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático producto por las emisiones de gases de efecto invernadero, todo esto en conjunto con lo propuesto en los ejes de la Política Energética 2013-2027, la Política Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Desarrollo: K’atun 2032 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Plan Nacional de Energía plantea tres ejes estratégicos, 1) Aprovechamiento de los Recursos Renovables, 2) Eficiencia y Ahorro Energético y 3) Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, cada uno de estos ejes indican acciones para todos los subsectores y actores que componen el sector energético.

El fin último es reducir los impactos del cambio climático por medio de la disminución de Gases de Efecto Invernadero - en adelante: GEI- promoviendo el uso de tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético; priorizando el uso de fuentes de energía renovable de manera sostenible para diversificar la matriz de generación de energía eléctrica, así como la sustitución del uso de leña por nuevas fuentes energéticas y tecnológicas, de tal manera que se obtengan beneficios para mejorar las condiciones ambientales utilizando fuentes con bajas emisiones de GEI.

Este Plan Nacional de Energía es coherente con los objetivos de la Política Energética 2013-2027, las acciones y con las opciones de mitigación priorizadas por la Mesa de energía, en el marco del proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones que actualmente impulsa el Gobierno de Guatemala con el apoyo del Proyecto USAID/Desarrollo con Bajas Emisiones.



TEMP. COMP.
CO. FT. + 80%

3 MARCO POLÍTICO Y JURÍDICO

La Constitución Política de la República de Guatemala, en su artículo 119, indica las obligaciones fundamentales del estado, en ella refiere en su literal c: **“la adopción de medidas necesarias para la conservación, desarrollo aprovechamiento de los recursos naturales el país en forma eficiente”**. El estado de Guatemala tiene un mandato constitucional claro para el aprovechamiento y desarrollo de los recursos naturales renovables.

La Ley del Organismo Ejecutivo en su artículo 34, establece que corresponde al Ministerio de Energía y Minas el estudio y fomento del uso de fuentes nuevas y renovables de energía, así como la promoción del aprovechamiento racional y el desarrollo energético en sus diferentes formas y tipos, de tal forma que se cuente con una política nacional que busquen lograr la autosuficiencia energética del país.

3.1 Compromisos y Acuerdos Globales

Siendo Guatemala un país que pertenece a la comunidad internacional y que ha suscrito y ratificado diversos instrumentos en materia de ambiente y cambio climático, tales como la convención marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto, El convenio centroamericano sobre Cambios Climáticos, la convención de Viena para la protección de la capa de ozono, el Convenio sobre la desertificación en países con sequías severas, entre otros instrumentos a nivel regional.

3.1.1 Convención Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático

Guatemala forma parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), el cual fue aprobado por el Decreto 15-95 del Congreso de la República.

El objetivo principal de la convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) a niveles donde las acciones realizadas por el ser humano no interfieran con el clima, logrando un desarrollo económico sostenible para todas las naciones.

3.1.2 Acuerdos de París

Mediante el Decreto Número 48-2016 del Congreso de la República, el 27 de octubre del año 2016 Guatemala se unió a la lista de países que ya ratificó el Acuerdo de París establecido

dentro de la CMNUCC. Este acuerdo consiste en un conjunto de medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por medio de la mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático. Su aplicación está establecida para dar inicio en el año 2020, año en que finaliza la vigencia del protocolo de Kyoto.

El acuerdo fue negociado durante la conferencia sobre cambio climático (COP21) en diciembre de 2015 por los 195 países miembros de la CMNUCC, de la cual Guatemala también formó parte.

3.1.3 Contribución Nacional Determinada –NDC-

Guatemala también ha ratificado su contribución a la mitigación de los efectos del cambio climático; frente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático respondiendo al llamado mundial de las naciones.

Estas contribuciones (NDC) también incorporan al Plan Nacional de Desarrollo –KATUN 2032- del país en un esfuerzo articulado, coherente y sistemático de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al 2030, con un enfoque bajo en emisiones. (Gobierno de Guatemala, 2015)

Guatemala, en su NDC, ha presentado dos tipos de propuestas para conseguir la mitigación y la reducción de emisiones de GEI respecto a su línea base; la primera es una **“Propuesta No Condicionada”** en la cual el país planifica lograr una reducción del 11.2 % de sus emisiones de GEI totales del año base 2005 proyectado al 2030, con sus propias capacidades. La segunda es la **“Propuesta Condicionada”** que plantea una reducción más ambiciosa, hasta 22.6% de sus emisiones de GEI totales del año base 2005 proyectado al 2030, cuya condición será determinada al contar con el apoyo técnico y financiero necesario proveniente de recursos internacionales públicos y privados, nuevos y adicionales.

Estimación y proyección de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Guatemala

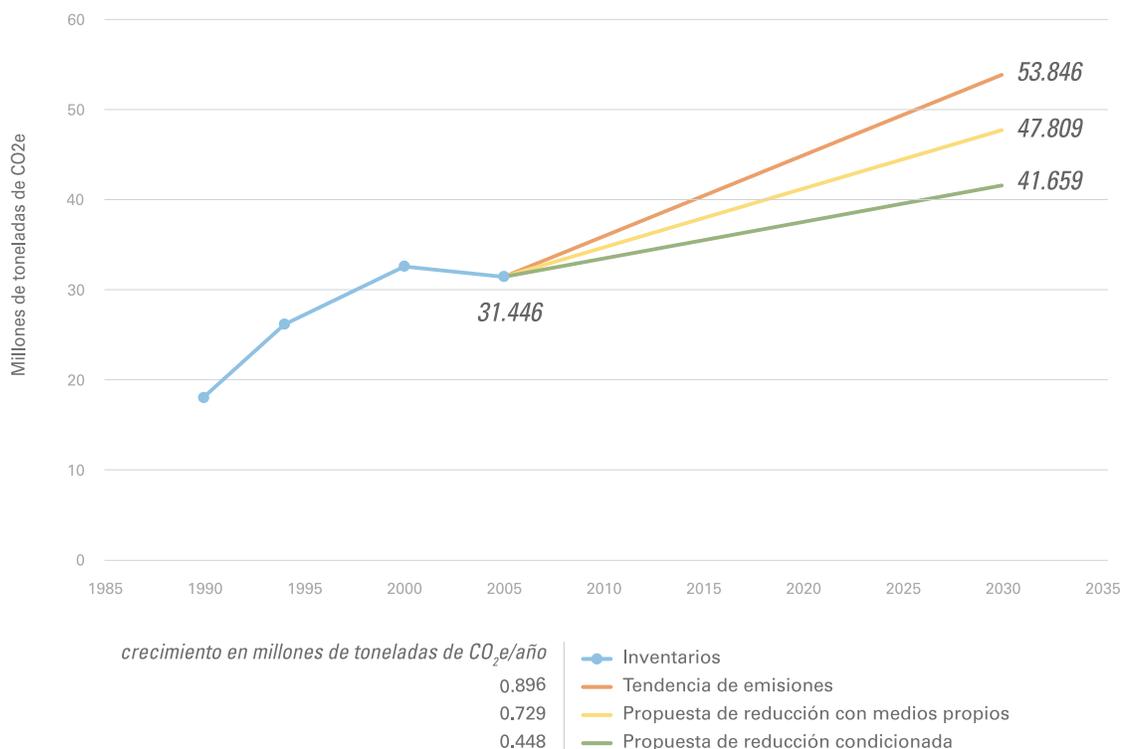


Ilustración 1:
Tendencia de Emisiones de GEI en Guatemala

3.2 Leyes y Políticas Nacionales de Cambio Climático

Dentro del marco legal para que Guatemala pueda contribuir su aporte al Cambio Climático están la Ley Marco de Cambio Climático, Política Nacional de Cambio Climático, Política General de Gobierno, entre otras.

3.2.1 Ley Marco de Cambio Climático

El Plan Nacional de Energía tiene origen en obediencia al artículo 18 de la Ley Marco de Cambio Climático para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero; la cual, al igual que la Política Nacional de Cambio Climático, tiene dentro de sus enfoques el aprovechamiento de los recursos naturales para la generación de energía, la promoción en la eficiencia y ahorro energético, como medidas de mitigación ante los efectos del cambio climático.

Se cita textualmente el **artículo 18** de la Ley Marco de Cambio Climático:

“Artículo 18: El Ministerio de Energía y Minas –MEM-, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- y con la secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- elaborarán el Plan Nacional de Energía para la producción y el consumo basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, la promoción de tecnologías para la eficiencia y ahorro energético y la reducción de los gases de efecto invernadero.”

La Ley Marco de Cambio Climático es de observancia general en todo el territorio de la República de Guatemala, de cumplimiento obligatorio para todos sus habitantes, entidades públicas, autónomas y descentralizadas.

3.2.2 Política General de Gobierno 2016-2022

La Política General de Gobierno 2016-2022, establece dentro de sus prioridades de gobierno, la conservación del ambiente y el manejo racional de los recursos naturales y su asociación con los objetivos de desarrollo sostenible.

Adicionalmente, se mencionan los desafíos que enfrenta el gobierno para mejorar la gestión de recursos renovables y no renovables, en función de los intereses nacionales. Por lo tanto, el gobierno ha identificado acciones estratégicas relacionadas con el sector energía, entre las cuales se pueden citar:

- **Inciso e:** Fortalecer el Estado en su capacidad de respuesta y recuperación, ante los efectos del cambio climático y fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, lo cual implica una adecuada gestión del riesgo, la generación de conocimiento y la capacidad de invertir recursos.
- **Inciso i:** Incrementar la participación de la energía renovable en la matriz energética.

3.2.3 Política Nacional de Cambio Climático

La Política Nacional de Cambio Climático hace mención a que Guatemala es uno de los países que aporta de manera poco significativa a la emisión global de gases de efecto invernadero, recibimos impactos negativos con mayor intensidad y frecuencia. Debido a ello, la Política Nacional de Cambio Climático fue aprobada en el consejo de ministros por medio del Acuerdo Gubernativo 329-2009.

Los alcances de la Política Nacional de Cambio Climático incluyen la reducción de la vulnerabilidad del país a los eventos extremos, el reforzamiento de la capacidad de adaptación y la contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El Plan Nacional de Energía, se elabora tomando en consideración el tercer objetivo de la Política Nacional de Cambio Climático, de la cual destacan los siguientes incisos:

- **a.** Promover la reducción de emisiones de GEI en las siguientes fuentes: cambio de uso de la tierra y silvicultura, producción de energía eléctrica, transporte e industria.
- **c.** Promover un mayor aprovechamiento de recursos renovables para la generación energética nacional buscando nuevas y mejores oportunidades económicas.
- **e.** Promover la producción de bienes y servicios por medio de procesos y tecnologías limpias y amigables con el ambiente.

3.3 Leyes y Políticas Nacionales del Sub Sector Eléctrico

El sub sector correspondiente al suministro eléctrico está regido por un marco político y jurídico que comprende leyes, políticas y reglamentos los cuales se muestran en el siguiente esquema:



Ilustración 2:
*Marco Jurídico Nacional del
Subsector Eléctrico.*

Fuente: Elaboración propia, MEM.

3.3.1 Ley General de Electricidad

La Ley General de Electricidad fue aprobada por medio del Decreto No. 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, el trece de noviembre de mil novecientos noventa y seis, durante el Gobierno del Presidente Álvaro Enrique Arzú Irigoyen.

La Ley General de Electricidad (LGE) establece el procedimiento a seguir en el caso de instalación de obras de generación, transporte y distribución de electricidad.

En su Artículo 3, Dicta que el Ministerio de Energía y Minas, es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar esta ley y su reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones; y en su Artículo 7, regula la Separación de funciones en la actividad eléctrica, es decir, una misma persona, individual o jurídica, al efectuar simultáneamente las actividades de generar y transportar y/o distribuir energía eléctrica en el Sistema Eléctrico Nacional -SEN- deberá realizarlo a través de empresas o personas jurídicas diferentes.

La Ley General de Electricidad también crea:

1. Mediante su Artículo 4, a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) como un órgano técnico del MEM, en calidad de ente regulador, encargado de formular, implantar y fiscalizar el marco regulatorio que define las reglas para el desarrollo de las actividades del sector eléctrico y la actuación de los agentes que intervienen en el mismo.

2. Dentro de su Artículo 6, define al Mercado Mayorista como el conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre agentes del mercado.

Las normas de la Ley General de Electricidad son aplicables a todas las personas que desarrollen las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, sean estas individuales o jurídicas, con participación privada, mixta o estatal, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

3.3.2 Ley de Incentivos para el Desarrollo de Energía Renovable

La principal causa del cambio climático es la utilización de combustibles fósiles, por lo que en la actualidad se promueve implementar a gran escala la utilización de fuentes de energía renovables para contrarrestar el cambio climático. Las bondades de las fuentes que producen energía, con recursos renovables, es que no emiten cantidades significativas de GEI y que mediante un uso adecuado de ellas la fuente de energía es renovable en un tiempo corto, no así los combustibles fósiles.

Con la promulgación de la Ley General de Electricidad en 1996, la oferta de generación de energía eléctrica se incrementó, aunque con centrales termoeléctricas que utilizan como combustibles derivados del petróleo y carbón mineral. Al año 2002, el porcentaje de la generación de energía eléctrica con no renovables fue de 53.8% mientras que con recursos renovables fue del 46.2%. Con la finalidad de revertir el incremento de la instalación de centrales que utilizaban derivados del petróleo se propuso una legislación que promoviera en el desarrollo y aprovechamiento efectivo de los recursos energéticos renovables de Guatemala.

La Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable fue aprobada a través del Decreto 52-2003, de fecha cuatro de noviembre del año dos mil tres, durante el Gobierno del Presidente Alfonso Antonio Portillo Cabrera.

Su propósito fue orientar la economía nacional para lograr la utilización de los recursos energéticos renovables mediante la promoción del desarrollo de proyectos de energía renovable, estableciendo así los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Esta ley, otorga incentivos fiscales a las entidades individuales y jurídicas que realicen proyectos de energía con recursos energéticos renovables, siendo éstos: exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA-, exención del pago del Impuesto Sobre la Renta -ISR-, exención del Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias -IEMA-.

Luego, según acuerdo gubernativo 211-2005, se crea el Reglamento de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable, para desarrollar los preceptos normativos del Decreto Ley 52-2003 y asegurar las condiciones adecuadas para la calificación y aplicación concreta de los incentivos establecidos en la indicada Ley.

3.3.3 Política Energética 2013-2027

La Política Energética 2013-2027 es un instrumento de carácter público, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, aprobado bajo el Acuerdo Gubernativo 80-2013, con el objetivo de contribuir al desarrollo energético sostenible del país con equidad social y respeto al medio ambiente.

La Política Energética 2013-2027 contempla 5 ejes estratégicos de acción:



Ilustración 3:
Ejes estratégicos de la Política Energética 2013-2027.

Fuente: Política Energética 2013-2027.

El cumplimiento de los ejes de la Política Energética 2013-2027 es de vital importancia para reforzar las acciones propuestas en este Plan Nacional de Energía:

Eje #1. Seguridad y abastecimiento de electricidad a precios competitivos: Entre sus objetivos operativos proyecta diversificar la matriz de generación de energía eléctrica mediante la priorización de fuentes renovables, promoviendo la inversión en generación de 500 MW de dichas fuentes y enfocando como meta de largo plazo alcanzar un 80% de la generación de energía eléctrica por medio de recursos renovables con 95% de índice de cobertura eléctrica.

Eje #2. Seguridad del abastecimiento de combustibles a precios competitivos: Con base en sus objetivos operativos se promueve la inserción de la comercialización de combustibles alternos dentro del territorio Nacional, a la vez se planea fortalecer el control y fiscalización de los actores de la cadena de comercialización de combustibles y gas natural, buscando mejorar la competitividad en el mercado de combustibles.

Eje #3. Exploración y explotación de reservas petroleras con miras al autoabastecimiento nacional: Las miras de los objetivos operativos de este eje consisten en incrementar la oportunidad de exploración y explotación de las reservas del país para tener mayor producción de petróleo y gas natural a nivel nacional, paralelo a esto, se persigue modernizar la plataforma tecnológica para la producción y transporte de petróleo y gas natural bajo un enfoque de desarrollo sostenible, esto ayuda a incentivar la refinación de crudo nacional.

Eje #4. Ahorro y uso eficiente de la energía: Se trabaja la creación de los mecanismos para el ahorro y uso de la energía, donde se busca el cumplimiento de uno de sus objetivos operativos, el cual consiste en lograr que el 30% de las instituciones del sector público utilicen eficientemente la energía.

Eje #5. Reducción del uso de leña en el país: La finalidad de los objetivos operativos de este eje radican en la reducción del uso de leña en los sectores residencial e industrial, promoviendo métodos alternativos que cumplen con la misma finalidad que tiene el uso de la leña.

Así mismo, la Política Energética manda a la implementación de un Plan Nacional para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.



4 INSTRUMENTOS NACIONALES DE PLANIFICACIÓN

Como parte del proceso de Planificación en el país, se han realizado documentos nacionales y se ha adoptado documentos internacionales tales como el Plan Nacional de Desarrollo K´atun 2032, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Plan Nacional de Acción de Cambio Climático (PANCC), dentro de los cuales toman en consideración la relevancia e importancia del tema energético del país utilizando los recursos naturales, y cómo influyen en los aspectos sociales, ambientales entre otros.

4.1 Plan Nacional de Desarrollo K´atun 2032

Plan Nacional de Desarrollo K´atun 2032, en su eje “Recursos Naturales para Hoy y el Futuro” propone cambios estructurales paradigmáticos, considerando que la sostenibilidad ambiental constituye uno de los pilares fundamentales del desarrollo nacional y exige actuaciones sociales, económicas y políticas inmediatas y sostenidas frente a los actuales niveles de degradación, es decir, proteger y potenciar los recursos naturales en equilibrio con el desarrollo social, cultural, económico y territorial, para que permitan satisfacer las demandas actuales y futuras de la población en condiciones de sostenibilidad y resiliencia, ante el impacto de los fenómenos que la naturaleza presente.

Como parte de la vinculación institucional al Plan Nacional de Desarrollo K´atun 2032, se identifican algunas metas de este, en donde los lineamientos se vinculan al quehacer y competencia del Ministerio de Energía y Minas, las cuales son:

- **Estabilizar** las emisiones de CO₂e per cápita en 2.5 toneladas.
- **Ampliar** la cobertura de energía eléctrica al 100% en las áreas rurales, para uso residencial.
- **Energía de calidad** en todo el país para su utilización en actividades productivas, industriales, comerciales y agrícolas.
- **Reducir** el consumo de leña a 2.00 m³/persona/año.
- **Ampliación** de la participación de la energía renovable en la matriz energética eléctrica, considerando los precios, la oferta, el cambio climático y los aspectos biofísicos y culturales de la población.
- **El 10%** del combustible utilizado se deriva de combustibles fósiles.

Ante lo mencionado anteriormente, la Política Energética 2013-2027, el potencial del subsector eléctrico se favorece debido a la posición geográfica y a la topografía del país. El potencial hídrico se compone por medio de las tres vertientes hidrográficas que se dan en el territorio nacional. El potencial hídrico se compone por medio de las tres vertientes hidrográficas que se dan en el territorio nacional. En cuanto al potencial geotérmico, el país posee una cadena volcánica compuesta por 36 volcanes distribuidos en una extensión aproximada de 300 km. El potencial solar del país es de 200,000 TWh y el potencial de energía eólica podría alcanzar una generación de energía eléctrica de hasta 20,000 GWh. Finalmente, en cuanto al potencial biomásico, la industria azucarera supera, a la fecha, los 701 MW en 2016 de generación de energía eléctrica.

Tabla 1:*Potencial de Generación Energético Renovable.*

RECURSO (Potencial)	ESTIMADO	APROVECHAMIENTO AL 2016
Hídrico	6,000 MW	21.8%
Geotérmico	1,000 MW	3.4%
Eólico	280 MW	27.1%
Solar	5.3 kWh/ m2 / día	85 MW
Biomásico	No contabilizado	701 MW

Fuente: Política Energética 2013-2027, actualizado por Dirección General de Energía, MEM

En la tabla a continuación se describe el potencial energético del país; por tipo de recurso, y su nivel de aprovechamiento.

Estos datos confirman que el potencial para la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables de energía es diverso y amplio.

4.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Guatemala adoptó oficialmente los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la reunión de Alto Nivel de las Naciones Unidas celebrada en septiembre de 2015. Esta Agenda está enfocada en las personas, la paz, el planeta, la prosperidad y una alianza para el desarrollo. Tiene como propósito combatir la pobreza, la desigualdad y el cambio climático durante los próximos 15 años, haciendo énfasis en las necesidades de la población más vulnerable de tal manera que “nadie se quede atrás”.

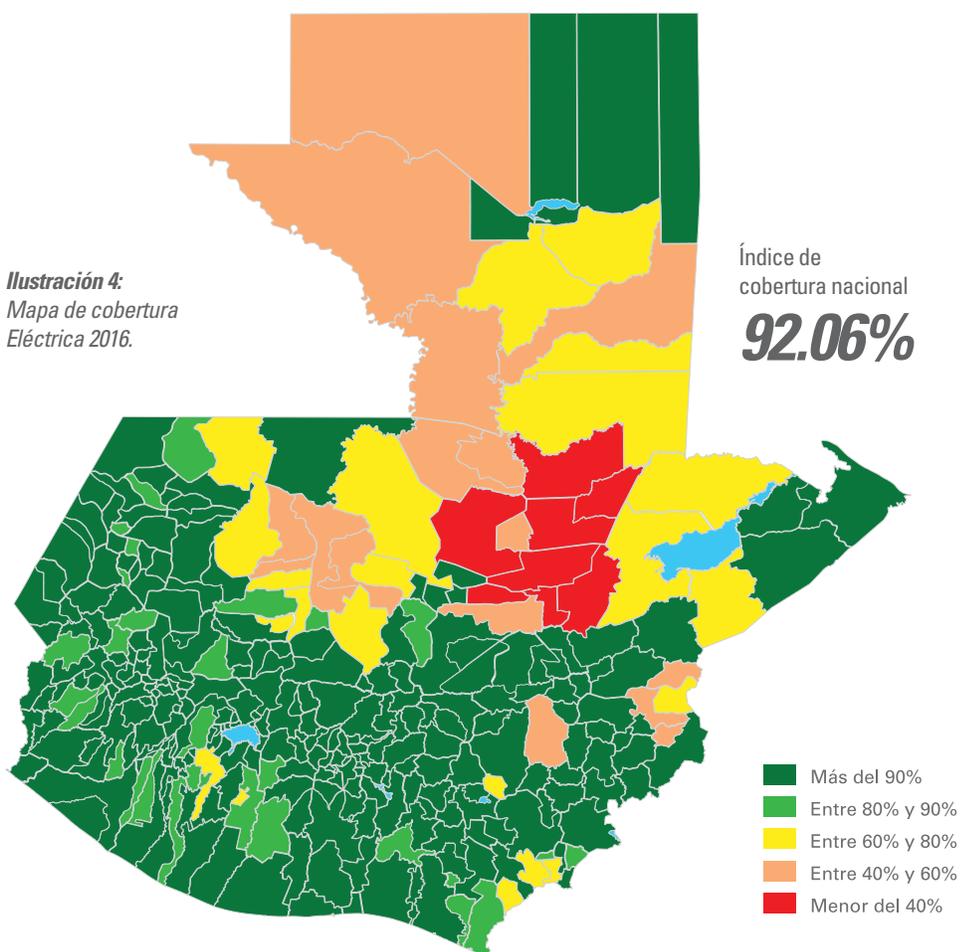
De los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el que se relaciona con el tema energético es el ODS 7° que se refiere a Energía asequible y sostenible, de las cuales las metas estimadas son:

- **Para 2030**, garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos (con indicadores: proporción de la población con acceso a la electricidad y proporción de la población cuya fuente primaria de energía).

A pesar de que Guatemala es el país con mejor capacidad instalada de energía eléctrica, el índice de cobertura eléctrica en 2016 fue de 92.06% -Con base en estudios realizados por el Ministerio de Energía y Minas-. En este panorama, el área rural es la que se encuentra más rezagada; es importante indicar que departamentos como Alta Verapaz y Petén son los más afectados por la falta de acceso a este servicio.

El departamento de Alta Verapaz únicamente alcanza un 44.36% de cobertura y solo los municipios de Tactic, Santa Cruz Verapaz, San Cristóbal Verapaz, Cobán y Lanquín superan índices de coberturas del 50%. Esto significa que aproximadamente un 71% de los municipios de este departamento tienen coberturas menores al 50%. Asimismo, existe el caso de Purulhá en Baja Verapaz con cobertura del 40.81%; además de Chajul, en Quiché, de La Libertad y Sayaxché en Petén, que cuentan con índices de coberturas menores al 50%.

Ilustración 4:
Mapa de cobertura
Eléctrica 2016.



DEPARTAMENTO	%
Alta Verapaz	44.36
Petén	67
Baja Verapaz	82.33
Izabal	85.54
Quiché	87.35
Jalapa	88.5
Chiquimula	88.81
Suchitepéquez	91.01
Huehuetenango	93.81
Jutiapa	94.53
Retalhuleu	95.04
San Marcos	96.44
Zacapa	97.12
Escuintla	97.29
Santa Rosa	97.32
Totonicapán	98.28
Sololá	98.38
Chimaltenango	98.74
Quetzaltenango	99.19
El Progreso	99.5
Sacatepéquez	99.81
Guatemala	99.98

Fuente: Elaboración propia con información de las distribuidoras del país.

Esta situación evidencia la fuerte necesidad de inversión en electrificación en el área rural, como un medio para disminuir la pobreza, pobreza extrema y la inseguridad alimentaria, entre otros.

El acceso a programas de energía en el área rural mejora la productividad de las actividades económicas, ya que la energía se requiere para la extracción de aguas subterráneas para consumo humano, para el riego, para el acceso a la salud y la educación, entre otros.

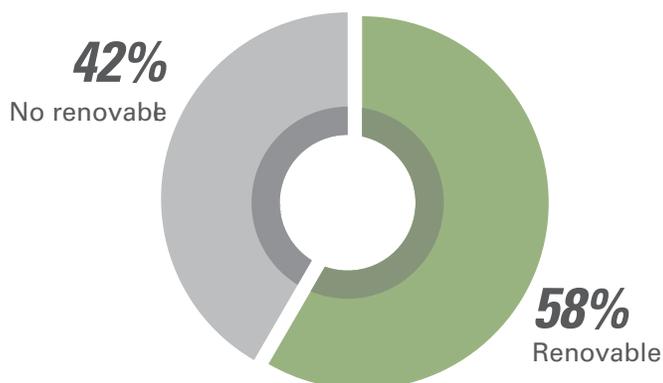
- **Para 2030**, aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía.

El ODS13, considera la adaptación de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cual como meta estimada tiene:

Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (con indicadores: puesta en marcha de política, estrategia o plan integrados que aumenta su capacidad para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero).

Para el año 2016, la participación de las energías provenientes de recursos renovables tuvo una participación del 58% de la generación eléctrica total.

Matriz de Generación Eléctrica 2016



Gráfica 1:
Composición de la matriz energética durante el año 2016.

Fuente: Elaboración propia con información del AMM.

Esta situación evidencia la fuerte necesidad de inversión en electrificación en el área rural, como un medio para disminuir la pobreza, pobreza extrema y la inseguridad alimentaria, entre otros.

El acceso a programas de energía en el área rural mejora la productividad de las actividades económicas, ya que la energía se requiere para la extracción de aguas subterráneas para consumo humano, para el riego, para el acceso a la salud y la educación, entre otros.

- **Para 2030**, aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía.

El ODS13, considera la adaptación de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cual como meta estimada tiene:

Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (con indicadores: puesta en marcha de política, estrategia o plan integrados que aumenta su capacidad para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero).

Para el año 2016, la participación de las energías provenientes de recursos renovables tuvo una participación del 58% de la generación eléctrica total.

- **Para 2030**, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

El MEM cumpliendo con la Política Energética 2013-2027, en su eje cuarto, Ahorro y Uso Eficiente de la Energía, creará los mecanismos para el uso eficiente y productivo de la energía.

Guatemala como país miembro del SICA está trabajando en su normativa y aplicando diversos programas de eficiencia energética, como la creación grupos multidisciplinares de Eficiencia Energética en todas las oficinas del Organismo Ejecutivo. Se estima que luego de la realización de auditorías de eficiencia energética realizadas conjuntamente entre el MEM y estudiantes de USAC que realicen su EPS, el 30% de las instituciones del sector público utilicen eficientemente la energía.

- **Para 2030**, aumentar la cooperación internacional a fin de facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes, incluidas las fuentes de energía renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructuras energéticas y tecnologías de energía no contaminante.

Los cuatro aspectos sobre los que se está trabajando a nivel regional en reglamentación técnica de eficiencia energética son:

- I. **Iluminación** que actualmente funciona en algunos casos con tecnologías obsoletas y poco eficientes.
- II. **La compra y utilización de motores** eléctricos enfocado en la industria y
- III. **Equipo de refrigeración** domiciliar, industrial y en el comercio.
- IV. **Aires acondicionados** para uso residencial, industrial y comercio.

4.3 Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC)

Guatemala es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático a nivel mundial y uno de los países cuyas emisiones de Gases Efecto Invernadero -GEI- no son significativas a nivel mundial, pero debido a su ubicación, condiciones climáticas y meteorológicas ya se encuentra sufriendo de una manera desproporcionada los efectos del cambio y la variabilidad climática. A partir de sus condiciones, características y circunstancias propias, y en función de las responsabilidades comunes pero diferenciadas Guatemala ha asumido compromisos nacionales e internacionales que requieren ser tomados en consideración dentro de la Planificación Nacional para su efectivo cumplimiento.

La Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (LMCC, Decreto 7-2013 Congreso de la República), manda al Consejo Nacional de Cambio Climático -CNCC- y a la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, la elaboración conjunta del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático -PANCC-, el cual debe ser actualizado conforme a los resultados de las comunicaciones nacionales de cambio climático.

Con el PANCC se pretende que se armonicen, coordinen e interactúen diversas iniciativas y esfuerzos de relevancia nacional entre las diferentes instituciones públicas, privadas, autónomas y descentralizadas para dar cumplimiento al mandato de la LMCC, para reducir la vulnerabilidad, mejorar la capacidad de adaptación y reducir las emisiones de GEI del país ante los efectos del fenómeno del cambio climático y la variabilidad climática.¹

En relación al tema de la Adaptación, el Plan considera los siguientes aspectos: a) salud humana; b) zonas marino costeras; c) agricultura, ganadería y seguridad alimentaria; d) recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas, e) infraestructura; y f) gestión integrada de recursos hídricos.

En relación al tema de la Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, se consideran los siguientes aspectos: a) energía; b) procesos industriales; c) sector agropecuario; d) uso de la tierra, cambio uso de la tierra y silvicultura; y e) desechos.

El PANCC se presenta con el objeto de preparar a la población y a las instituciones en Guatemala ante el riesgo de los impactos esperados, previniendo y reduciendo sus efectos negativos, priorizando la protección de la población vulnerable y sus medios de vida e identificando oportunidades para un mejor desarrollo del país bajo en emisiones GEI.

Dentro del Objetivo de "Reducir la intensidad de emisiones de GEI de los subsectores transporte, industria energética, industria manufacturera y de la construcción, residencial y comercial", existen metas donde el MEM participa como responsable de algunas acciones.

Dentro de las metas propuestas a cumplir por cada uno de los indicadores del Resultado están:

- Aumentar el porcentaje de energía renovable de la matriz de generación de energía eléctrica.
- Reducir las emisiones de GEI derivados del consumo de leña.
- Reducir la intensidad en las emisiones de GEI del subsector de industria manufacturera y construcción.
- Aumentar anualmente la reducción de emisiones por energía consumida en KW/hora.

¹ Artículo 11, LMCC.

4.4 Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones

La Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones es el resultado de un proceso de planificación específico y representa una oportunidad para mejorar la competitividad de la economía, posicionar los productos guatemaltecos favorablemente en los mercados internacionales, cada vez más exigentes en cuanto a la sostenibilidad de la producción, facilitar el acceso a nuevas fuentes y mecanismos de financiamiento nacionales e internacionales; además, apoya el cumplimiento de los compromisos del país ante la comunidad internacional en relación a la mitigación del cambio climático.

Esta estrategia ha identificado políticas y acciones en los sectores de la economía: energía y transporte, de acuerdo al nivel de impacto de la reducción de emisiones de GEI y los costos de abatimiento para cada uno de estos sectores.

El Desarrollo con Bajas Emisiones con una visión integral, valoriza los recursos naturales que contribuyen a la reducción de emisiones y promueve el desarrollo social a través de fuentes y mecanismos de inversión que contribuyen al bienestar social, la generación de empleo y a la reducción de la pobreza.

El objetivo principal de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones es desacoplar el crecimiento económico del

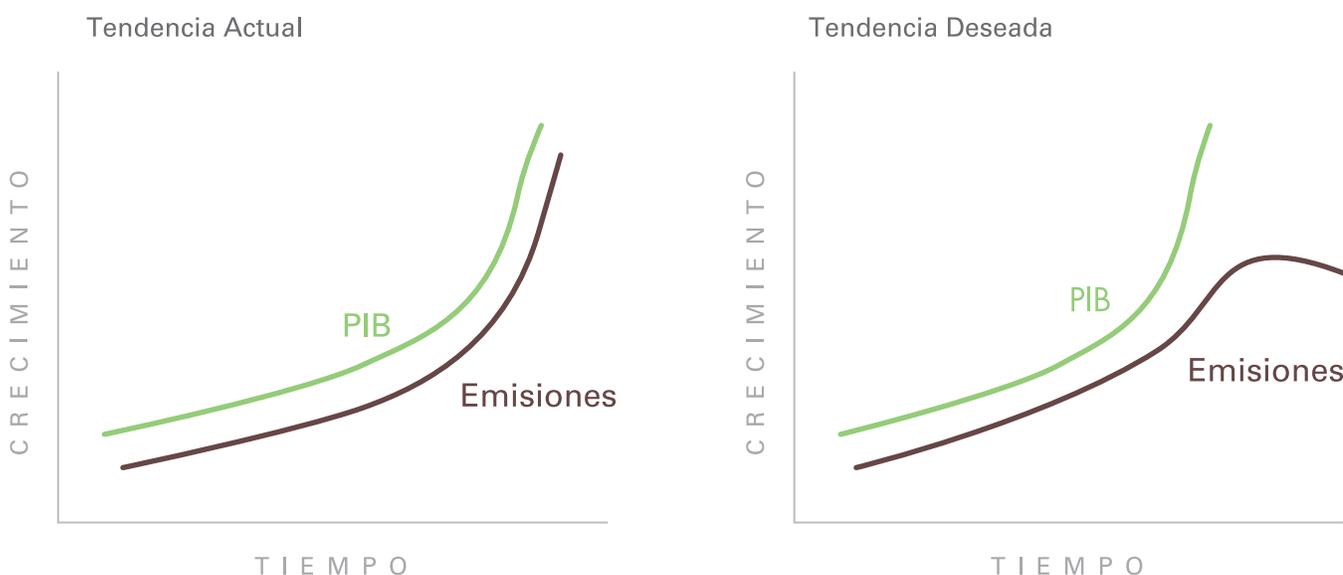


Ilustración 5:
Desacople del crecimiento económico de las emisiones de GEI.

Fuente: Proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones.

crecimiento de las emisiones de GEI.

El Ministerio de Energía y Minas, como entidad rectora de los temas energéticos del país, coordina y lidera el proceso de formulación de la Estrategia para el Sector Energía y participa activamente en los sectores: Industria y Transporte.

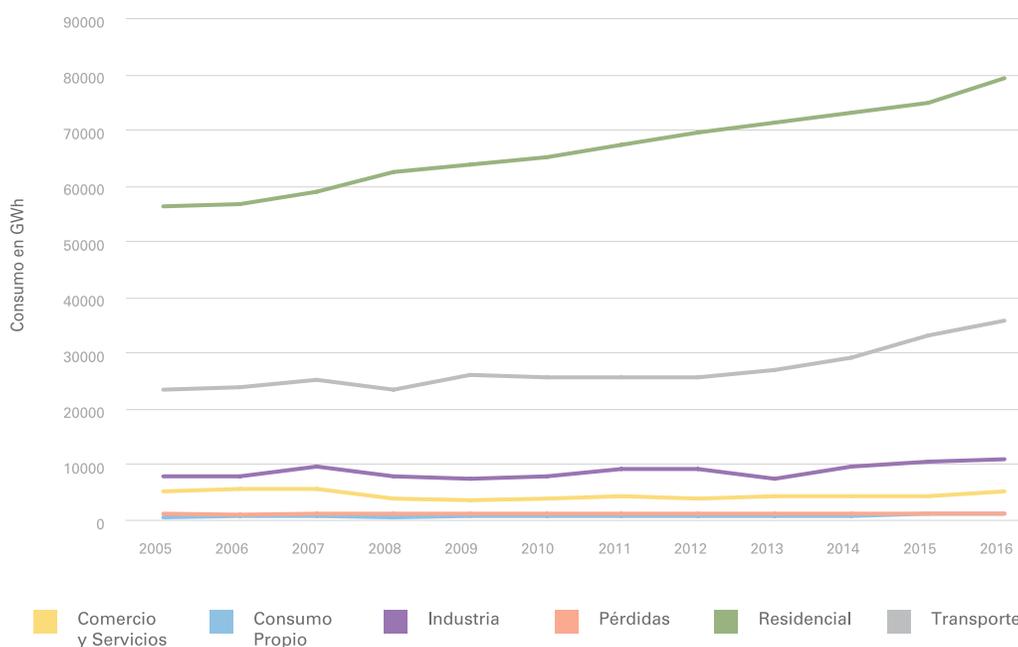




5 ANTECEDENTES

5.1 Resumen de los Consumos Energéticos

En Guatemala, el consumo energético ha aumentado de manera constante a través de los últimos 5 años, lo cual es correspondiente tanto al crecimiento de la población como al crecimiento económico relacionado con el PIB del país. El consumo energético total para el año 2005 fue de 94,142.73 GWh y para el año 2016 el consumo energético fue de 133,850.86 GWh; lo que indica que durante el transcurso de doce años las necesidades energéticas del país han reportado un crecimiento del 39,708.14 GWh. Es decir, que el consumo energético presenta un crecimiento promedio de 3.35% anual.



Gráfica 2:
Evolución del consumo energético nacional por sectores.

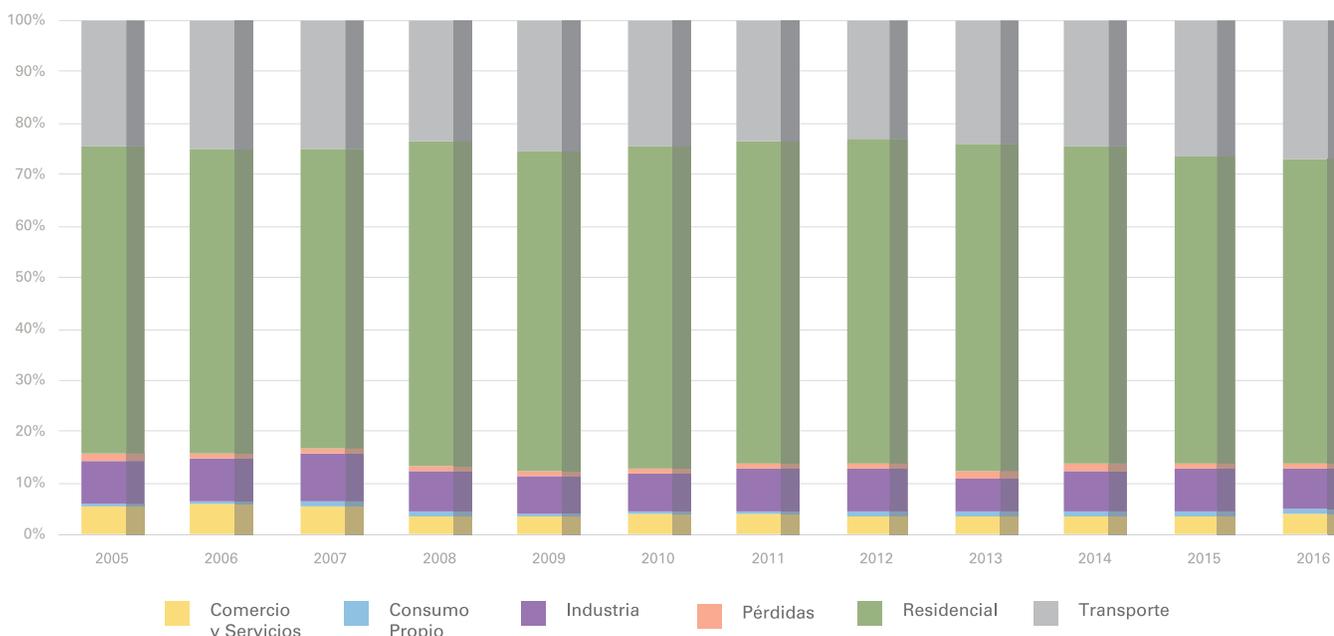
Fuente: Elaboración propia con información de los Balances Energéticos, MEM

El sector más intensivo en el uso de energía es el sector residencial, debido al uso de la leña en las zonas rurales, siendo más del 50% de la energía consumida en total en el país, manteniendo este patrón de consumo año tras año.

El sector transporte es el segundo con mayor participación, presentando un crecimiento considerable en los años 2014 al 2016. Seguidamente el sector industrial, el cual en Guatemala representa al sector que transforma materias primas en un producto, siendo este sector económicamente muy activo y el primer sector con una participación directa en el producto interno bruto del país.

El sector de comercio y servicios, abarca en el PIB una mayor participación en comparación con el sector industrial, este sector comprende un gran número de empresas que funcionan, en su mayoría, como intermediarias para fabricantes de bienes materiales. Este sector es poco intensivo en el uso de la energía.

La distribución de consumos por sectores, es representada por la gráfica:



Gráfica 3: Evolución de los consumos energéticos por cada subsector.

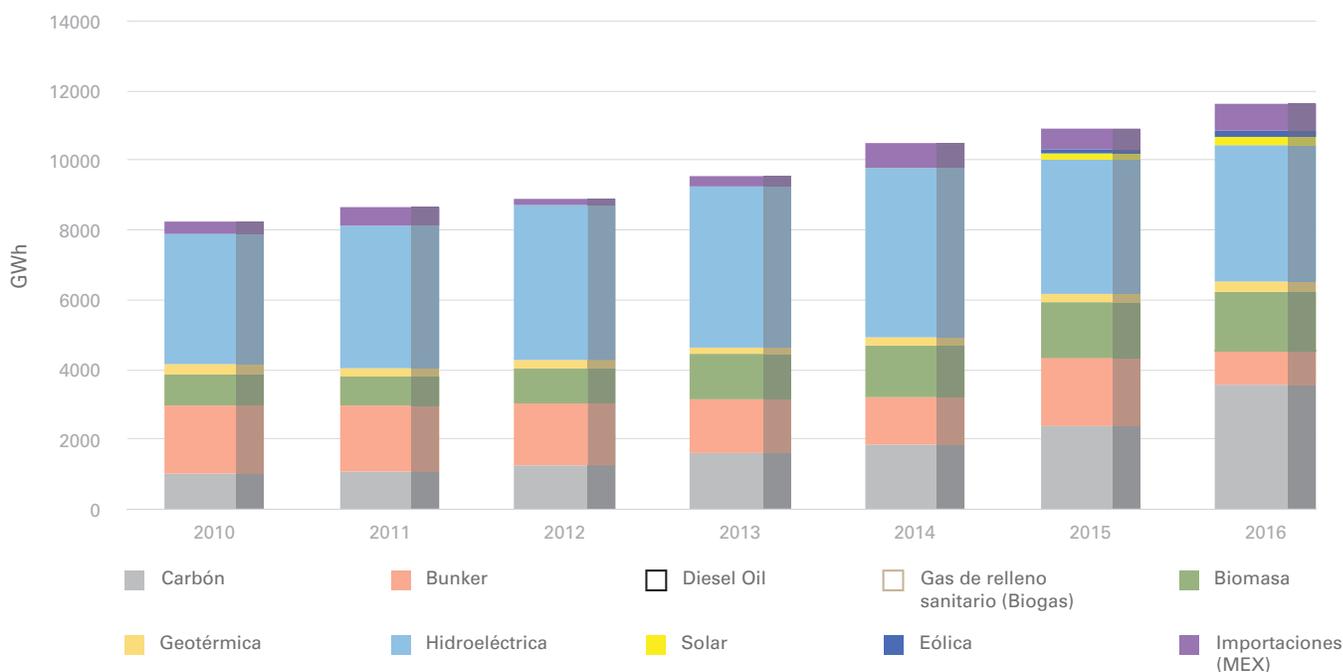
Fuente: Balances Energéticos 2012-2016, MEM.

5.2 Resumen del Sub Sector Eléctrico

En Guatemala, el subsector eléctrico tiene su marco legal en la Ley General de Electricidad y su Reglamento, la Ley de Incentivos y su Reglamento, y el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista. Esto ha permitido el desarrollo de un mercado eléctrico dinámico y a la vanguardia de las tecnologías más modernas en la actualidad, pues la existencia de los recursos renovables no supone la inversión en los mismos si no existen las señales económicas correctas para realizar una inversión.

La inversión privada ha impulsado un crecimiento del subsector eléctrico, debido a la falta de recursos económicos del Estado para invertir en nuevos proyectos, la inclusión del sector privado en la generación de energía eléctrica ha permitido cubrir la demanda de energía eléctrica. Adicionalmente las leyes que regulan el sector eléctrico, autoriza la generación de energía eléctrica incluso a los usuarios residenciales, permitiendo obtener una reducción en la factura de energía eléctrica.

La matriz energética de Guatemala tiene una gran participación de la generación por recursos hídricos, la cual se ha mantenido como la mayor fuente de electricidad desde hace cinco años. Solamente en el año 2010 la generación por bunker logró una participación similar a aquella generada por centrales hidroeléctricas. Desde entonces, la participación del bunker ha ido decreciendo, mientras aumenta la generación por carbón y por biomasa.



Gráfica 4:
Generación Eléctrica Nacional por tipo de Combustible.

Fuente: Elaboración propia con información del AMM.

En Guatemala, la participación mayoritaria de las centrales hidroeléctricas significa una disminución en el costo de la energía tanto para usuarios regulados como para grandes usuarios. Las hidroeléctricas, a pesar de su enorme inversión inicial, reportan costos de operación con poca variabilidad, permitiendo una estabilidad en los precios.

Las plantas que utilizan ciclos termodinámicos para la generación de energía, se encuentran a merced del costo variable del combustible que utilizan; los costos variables de las generadoras corresponden al costo del combustible, los costos de operación y mantenimiento, y los costos de arranque y parada de las máquinas; mientras que los costos fijos, son aquellos que conllevan la recuperación de la inversión inicial.

La energía generada por medio de energía solar, eólica o geotérmica tiene una pequeña participación debido a la intermitencia con la cual se obtiene esta energía, ya que estas tecnologías dependen de las condiciones meteorológicas y no poseen sistemas de regulación primaria. Por otro lado, es importante mencionar que la energía geotérmica en Guatemala se encuentra bajo la propiedad del INDE ya que es esta entidad estatal la que cuenta con las concesiones para los campos de exploración geotérmica del país.

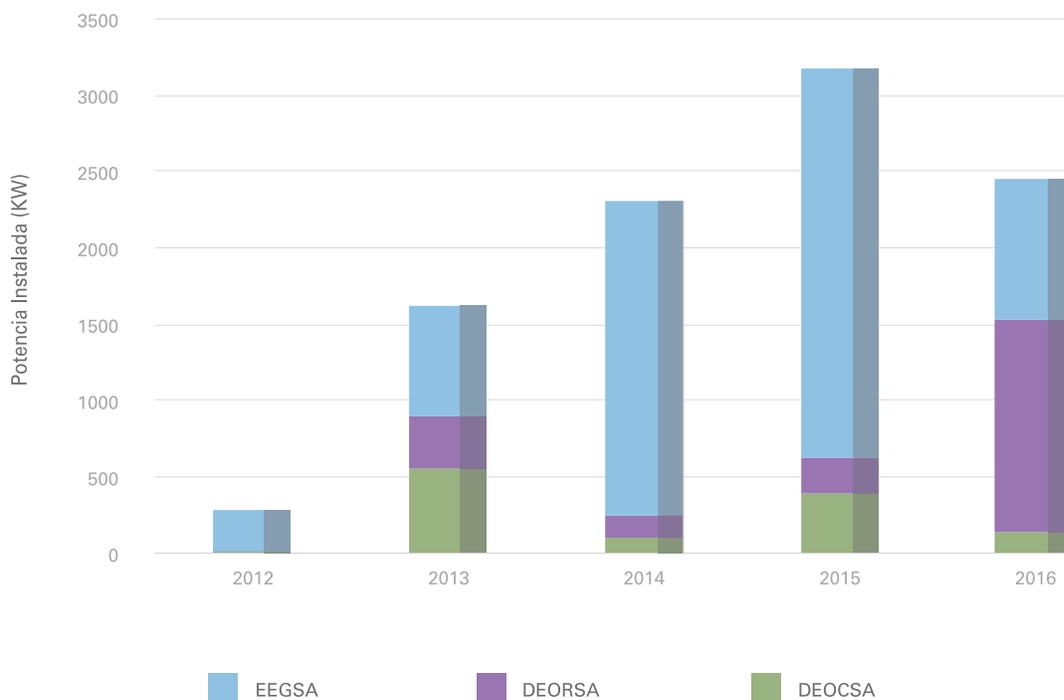
Otra alternativa interesante es la energía generada por biomasa o biocombustibles. El biogás puede obtenerse de rellenos sanitarios, o incluso de procesos de ganadería o avicultura los cuales pueden producir suficiente materia orgánica para tratar y descomponer en gases combustibles como el metano. La biomasa permite a las agroindustrias utilizar lo que alguna vez fue desechos, en combustible para los procesos de generación a través de calderas especiales que

permiten trabajar con algunos hidrocarburos, lo cual aumenta la cantidad de energía térmica que puede utilizarse; aunque se emiten gases de efecto invernadero debido a la quema de biomasa, se considera que al reforestar y reutilizar el dióxido de carbono, entonces se mantiene un ciclo donde la cantidad de gases de efecto invernadero no tienden a crecer sino a mantenerse.

Los usuarios autoprodutores con excedentes de energía -UAEEs- han participado en la generación de electricidad a través del normativo que permite a los usuarios una reducción en su consumo, al realizar la medición bidireccional. La energía que se factura a estos usuarios, puede disminuir según la energía que genere a través de paneles fotovoltaicos o microcentrales de biomasa, o cualquier otra tecnología que se considere renovable según la Ley y la Normativa Técnica de Generación Distribuida Renovable (NTGDR).

La instalación de estos usuarios ha aumentado cada año desde 2012, año cuando la resolución de la CNEE normalizó la instalación de dichos usuarios. La mayor cantidad de estos usuarios son parte de la red de distribución de EEGSA, los cuales suman 1483 usuarios hasta este año; DEORSA tiene en su circuito 137 usuarios, DEOCSA solamente 81. En total, en Guatemala hasta diciembre de 2016 hay 1653 usuarios auto productores con excedentes de energía.

Estos usuarios y las potencias que poseen, representan microcentrales generadoras conectadas a los circuitos de distribución, sin embargo esta potencia se reparte a lo largo de los sistemas de distribución. Para el circuito de EEGSA, la potencia de estos Usuarios corresponde en total a 6564.89 kW, aproximadamente 6.5 MW. En la región oriental del país y Petén, DEORSA posee 2150.80 kW lo que corresponde a 2.15 MW; en la región occidental DEOCSA reporta que los UAEEs representan en total 1199.83 kW, unos 1.2 MW. En Guatemala, hasta diciembre de 2016 los Usuarios autoprodutores con excedentes de energía representan 9915.52 kW, unos 9.9 MW de potencia instalada en los hogares, empresas o comercios que participan como este tipo de usuario.



Gráfica 5:
Potencia Instalada anual de UAEE por distribuidora.

Fuente: Elaboración propia con información de las distribuidoras de energía eléctrica.

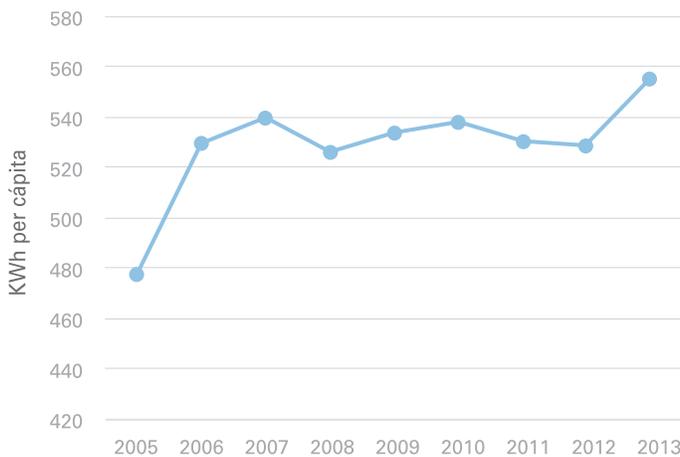
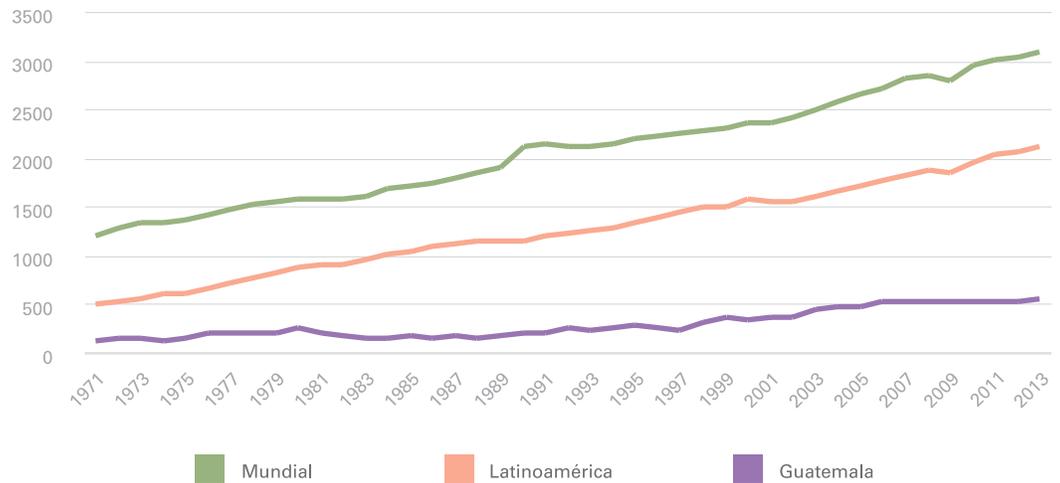
5.2.1 Consumos de Energía Eléctrica

Hoy en día, la relación directa entre el índice de desarrollo humano (HDI, por sus siglas en inglés) y el consumo de energía es más que clara. En un estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006) se demostró que, mientras que el HDI mundial promedio

era de 0.741 en 2004, los países con los mayores HDI (de entre 0.9 y 1.0) también tenían las mayores tasas de consumo eléctrico per cápita; por ejemplo, Japón, Francia, Alemania, Corea del Sur, Canadá y Estados Unidos. En el otro extremo, Nigeria y Zambia, cuyos HDI son de 0.3 y 0.4 respectivamente, tuvieron tasas de consumo eléctrico per cápita inferiores a 2 GWh/año.

Gráfica 6:
Consumo de Energía eléctrica en kWh per cápita (kWh/persona)

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.



Gráfica 7:
Consumo eléctrico por persona (kWh per cápita).

Fuente: INE / AMM / MEM.

El consumo energético depende principalmente de la tasa de crecimiento demográfico y del nivel de ingresos per cápita. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (UN FAO), pese a la caída paulatina de las tasas de crecimiento anual de la población humana, ésta seguirá aumentando hasta 2050, cuando, según se supone, se estabilizará para luego disminuir hacia fines del presente siglo.

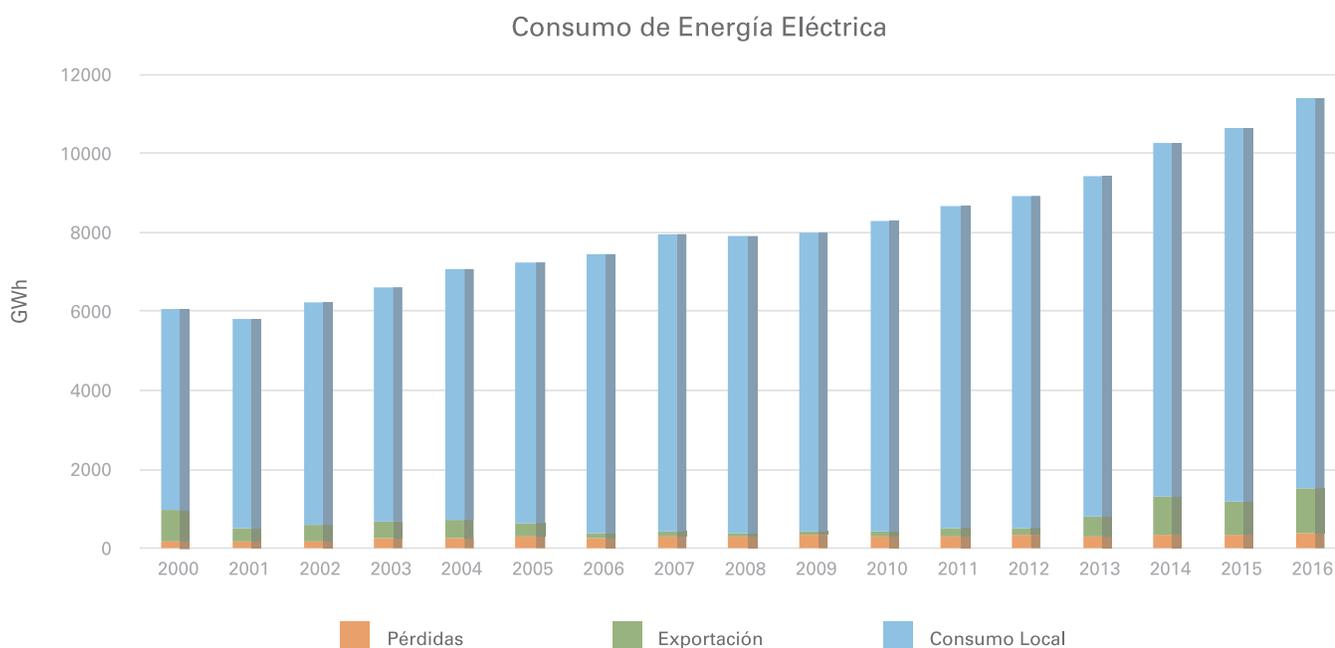
En Guatemala, al analizar el consumo de energía eléctrica del Sistema Nacional Interconectado, y compararlo contra la población actual, se puede estimar el consumo por persona. El análisis de la cantidad de energía eléctrica que se consume en diferentes sectores (comercio y servicios, industrial, residencial, etc.) contra la población económicamente activa sería de utilidad solamente para estudios de mercado. El consumo por persona nos permite a nivel de país, establecer una aproximación de la cantidad de electricidad que una persona, sin importar su edad o su aporte a la economía, ha consumido. Actualmente, en Guatemala se estima que una persona consume al año cerca de 592 kWh, repartido en 50 kWh de forma mensual.

Tomando en cuenta la información sobre los consumos de energía eléctrica que reporta el Administrador del Mercado Mayorista en sus reportes anuales, la siguiente gráfica demuestra el crecimiento de la demanda interna, mientras las pérdidas de electricidad se mantienen con valores bajos debido a la inversión en tecnologías eficientes y los límites de pérdidas aceptadas en los sistemas de transporte y distribución de electricidad.

El sistema de generación de Guatemala debe abastecer la demanda local, y los planes de expansión de este sistema se realizan para satisfacer el crecimiento de la demanda del país. Sin embargo, existen plantas o centrales eléctricas que supondrían un costo elevado para la demanda nacional, y estas son desplazadas por centrales más económicas (por lo general hidroeléctricas o centrales de carbón), lo cual permite que la demanda pueda ser suplida al menor costo posible. Las plantas que no se uti-

lizan para cubrir la demanda nacional, pueden ofrecer su energía en el Mercado Eléctrico Regional -MER-, y exportar esta energía al país centroamericano que compre la oferta de energía “excedente” del país. De esta manera, algunas generadoras han encontrado un nicho de mercado que les permite satisfacer las necesidades energéticas de Guatemala solamente cuando se les necesite, y cuando no, pueden exportar la energía. Estos factores son los que contribuyen a la realidad actual, donde las exportaciones al MER han crecido en los últimos cinco años como resultado de la instalación de nuevas plantas que ofrecen electricidad más barata (pequeñas centrales hidroeléctricas, centrales de biomasa, de carbón, centrales combinadas, biogás).

En la siguiente gráfica puede observarse el crecimiento del consumo de electricidad, así como el crecimiento de las exportaciones.

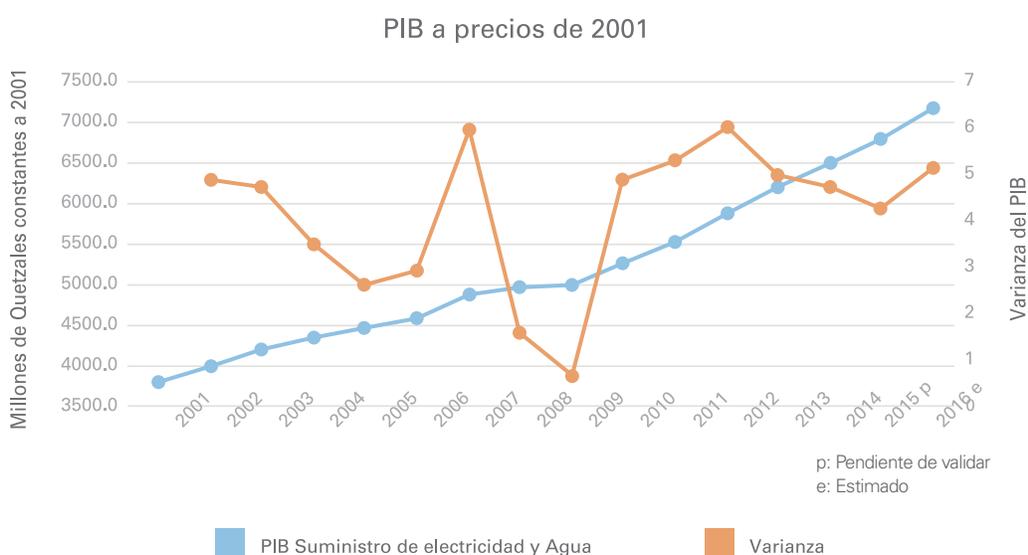


Gráfica 8:
Consumo interno y exportaciones de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con información de los reportes anuales del AMM.

5.2.2 Crecimiento del PIB y el Sector Eléctrico en el País

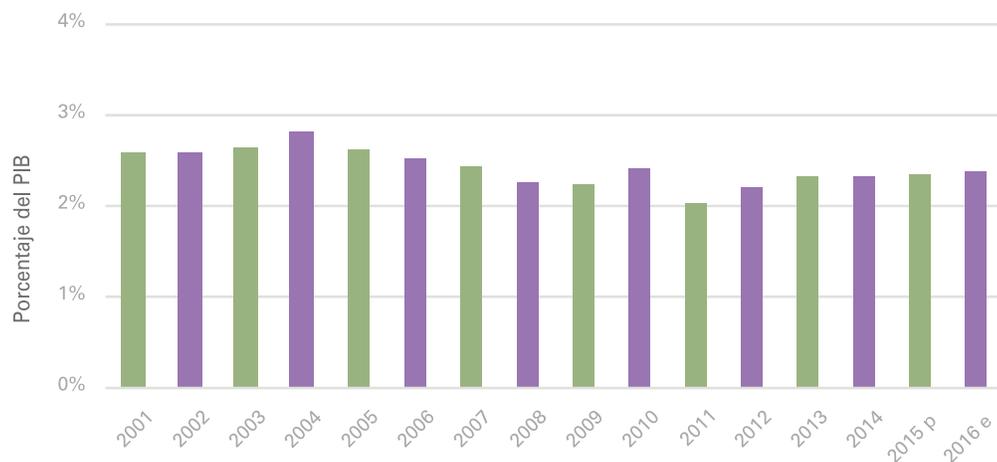
El crecimiento económico del sector de Servicios de Electricidad y Agua, ha crecido desde el año 2001 junto al crecimiento del PIB. Este crecimiento se maneja en moneda constante para graficar un crecimiento comparativo, ya que la inflación altera el verdadero crecimiento de este sector. Solamente entre los años 2007 a 2009 hubo una caída en el porcentaje de crecimiento respecto al año anterior, sin embargo en 2010 se recuperó el nivel porcentual de crecimiento y se ha mantenido en los últimos cinco años entre un 4 y 6%. La relación que existe entre el PIB de este sector y el PIB nacional se debe a la inercia de las inversiones del país; es decir, si hay un crecimiento económico en el resto de sectores, entonces aumenta el consumo de electricidad y por lo tanto el Suministro de electricidad percibe mayores ingresos, incluso puede ejemplificarse el crecimiento del consumo del sector residencial como consecuencia del crecimiento de las rentas que perciben los guatemaltecos, lo cual se relaciona especialmente con el PIB per cápita.



Gráfica 9:
PIB y su relación con el suministro de agua y electricidad.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por BANGUAT.

El PIB de este sector representa entre el 2 y 3% del PIB nacional; estos valores no varían en su forma proporcional debido a la eficiencia técnica que se ha trabajado especialmente en el subsector eléctrico, donde se ha cubierto la demanda de electricidad debido a la planificación a largo plazo y el aumento en la oferta de generación. Esto al final, implica que el valor porcentual de participación no varía mucho.



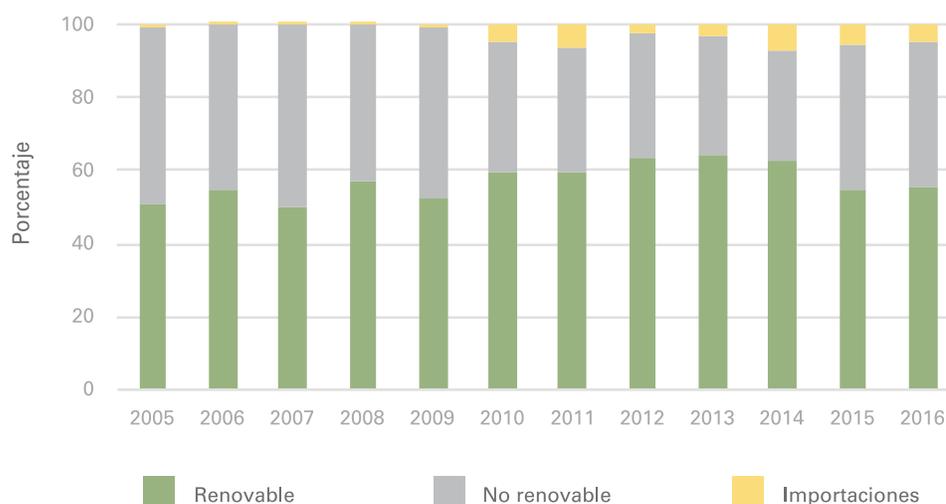
Gráfica 10:
Participación del Sector de Suministro de agua y electricidad en el PIB.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por BANGUAT.

p: Pendiente de validar
e: Estimado

5.2.3 Evolución de la Matriz Energética Nacional

La participación de las energías renovables en la matriz energética nacional ha tenido un crecimiento importante que va encaminado a cumplir con los objetivos de la política energética 2013-2027. En años anteriores, puede observarse hasta un 60% de participación de la energía renovable, además del ingreso de energía importada desde México y del Mercado Eléctrico Regional.



Gráfica 11:
Participación Energía Renovable vs No Renovable.

Fuente: Elaboración propia con información de los informes anuales del AMM.

Para el año 2015, se presentó la adición de las tecnologías eólica y solar, aportando 75.9 MW y 80 MW respectivamente, para este año las centrales hidroeléctricas alcanzaron el 28% de la capacidad instalada, adicionalmente se tuvo un incremento en la entrada en operación de plantas térmicas de ingenios azucareros aumentando su participación al 23% por lo que se tuvo una reducción al 19% del aporte a la capacidad instalada.

5.3 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Las emisiones totales de GEI del sector energía describen un promedio de crecimiento anual de 9.3%. Para el año 2012 el sector energía reportó 12.41 millones de toneladas de CO₂e, mientras que en el año 2016 se reportaron 18.44 millones de toneladas. El subsector transporte terrestre reporta las mayores emisiones debido al uso intensivo de los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel.

Los principales gases de efecto invernadero contabilizadas en el inventario del sector energía son: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Para contar con valores unificados, las emisiones de cada gas se estandarizan de acuerdo a su potencial de calentamiento global en un horizonte de tiempo definido (por lo general 100 años) con la intención de presentar los valores en unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e).

Los factores de emisión para el dióxido de carbono (CO₂) en el caso de la Biomasa (Bagazo de Caña, Biogás y la Leña) se estiman pero solo se reportan como elemento informativo, ya que sus emisiones se consideran de carácter biogénico. Sin embargo, las emisiones de N₂O y CH₄ sí se contabilizan en el inventario sectorial.

A continuación se muestra la evolución y crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía de acuerdo al aporte de cada subsector.

Para el año 2015, se presentó la adición de las tecnologías eólica y solar, aportando 75.9 MW y 80 MW respectivamente, para este año las centrales hidroeléctricas alcanzaron el 28% de la capacidad instalada, adicionalmente se tuvo un incremento en la entrada en operación de plantas térmicas de ingenios azucareros aumentando su participación al 23% por lo que se tuvo una reducción al 19% del aporte a la capacidad instalada.

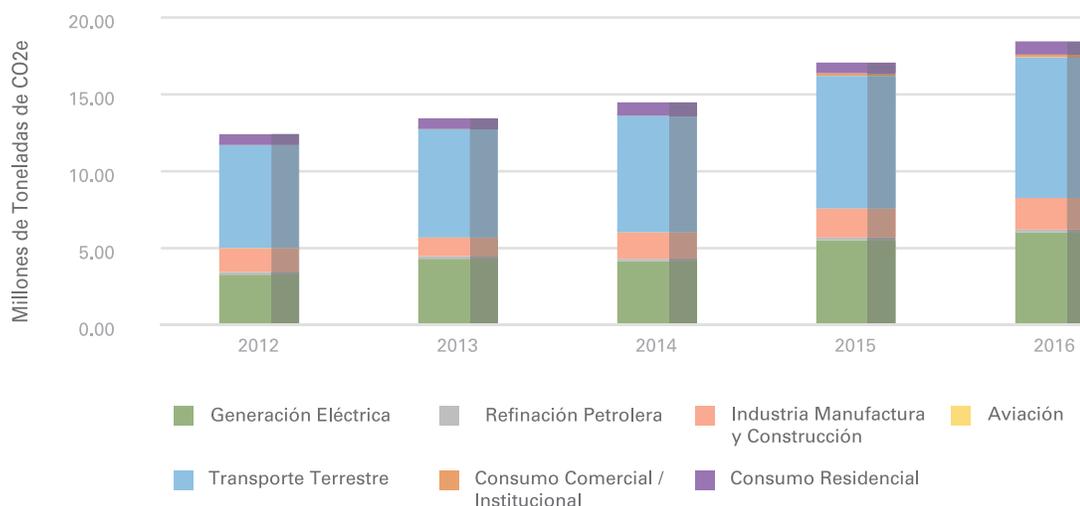
5.3 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Las emisiones totales de GEI del sector energía describen un promedio de crecimiento anual de 9.3%. Para el año 2012 el sector energía reportó 12.41 millones de toneladas de CO₂e, mientras que en el año 2016 se reportaron 18.44 millones de toneladas. El subsector transporte terrestre reporta las mayores emisiones debido al uso intensivo de los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel.

Los principales gases de efecto invernadero contabilizadas en el inventario del sector energía son: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Para contar con valores unificados, las emisiones de cada gas se estandarizan de acuerdo a su potencial de calentamiento global en un horizonte de tiempo definido (por lo general 100 años) con la intención de presentar los valores en unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e).

Los factores de emisión para el dióxido de carbono (CO₂) en el caso de la Biomasa (Bagazo de Caña, Biogás y la Leña) se estiman pero solo se reportan como elemento informativo, ya que sus emisiones se consideran de carácter biogénico. Sin embargo, las emisiones de N₂O y CH₄ sí se contabilizan en el inventario sectorial.

A continuación se muestra la evolución y crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía de acuerdo al aporte de cada subsector.



Gráfica 12:
Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía.

Fuente: Informe Balance Energético 2016, MEM.

El aumento de las emisiones de GEI se ha mantenido en crecimiento debido al incremento de la demanda de los distintos tipos de energéticos; por ejemplo, el crecimiento en la demanda del suministro eléctrico y la demanda de combustibles para la movilización del transporte terrestre.

La quema de los combustibles necesarios para la generación de energía eléctrica genera una cantidad determinada de emisiones de gases de efecto invernadero –GEI– por cada unidad de energía producida.



6 SITUACIÓN ACTUAL, 2016

En Guatemala, durante el año 2016, el consumo energético se repartió entre los diferentes subsectores que comprenden el sector energético.

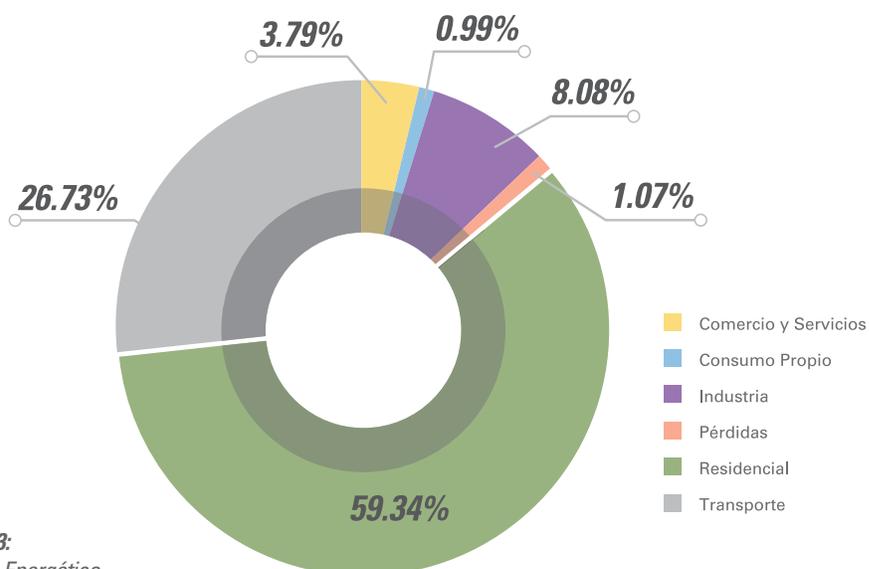
6.1 Consumo Energético Nacional

El consumo energético nacional por sectores para el año 2016 fue de 133,850.86 GWh de los cuales 79,427.27 GWh pertenecen al consumo residencial que representa el 59.34%, debido principalmente al abuso en el consumo de leña como energético.

Consumo Propio se refiere a la energía que se genera y utiliza para la transformación de un energético primario en un secundario, por ejemplo, o la energía que se necesita para el funcionamiento de servicios auxiliares en una central de generación eléctrica. Las pérdidas representan a toda aquella energía que no tiene un aprovechamiento.

El sector Transporte corresponde al traslado de carga o pasajeros, el sector industrial, residencial, comercio y servicios se refieren según la actividad económica en la cual se aprovecha y necesita la energía.

A continuación se muestra la proporción que corresponde a cada sector:



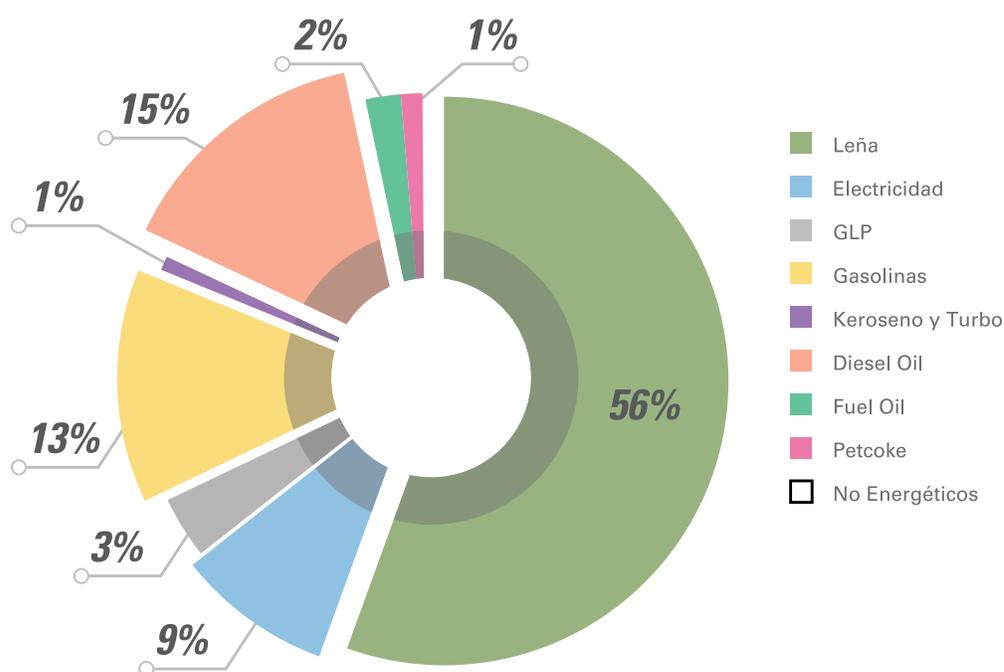
Gráfica 13:
Consumo Energético
Nacional por sectores, 2016.

Fuente: Informe Balance Energético 2016, MEM.

6.2 Uso de Energéticos a Nivel Nacional

Para poder suplir la energía que necesitan estos sectores, Guatemala se abastece de diferentes energéticos, los cuales tienen diferentes usos finales y de eso depende la proporción que se consume de los mismos. Por ejemplo, para el sector transporte, corresponden los derivados del petróleo tales como gasolina y diesel-oil; la leña y GLP se utilizan en el sector residencial con fines de cocción y calefacción.

El energético más utilizado en Guatemala continúa siendo la leña, y esto se corresponde con una economía donde se poseen pocas industrias energéticamente intensivas, como la siderurgia o la minería; además el sector de Comercio y Servicios es el sector con mayor participación en el PIB nacional, y cabe mencionar que este sector posee una intensidad energética muy baja. Esto conlleva a una matriz energética dominada por el uso que se le da a los energéticos tanto en el sector residencial como en el sector transporte. El sector transporte está representado a través del consumo de gasolina y diésel, aunque el sector industrial también consume diésel, su participación es muy poca al compararlo contra el consumo de los transportes de carga y pasajeros.



Los No-Energéticos son aquellos productos que no se consideran como tales, pero aun así suplieron necesidades energéticas de un sector; por ejemplo, el asfalto.

6.3 Potencial Energético Aprovechable

Guatemala cuenta con un amplio potencial aprovechable de recursos energéticos renovables. Las estadísticas y estimaciones realizadas por el Ministerio de Energía y Minas indican que:

- El mayor potencial aprovechable es el recurso hídrico, ya que es el mayor recurso del país y se estima que quedan por aprovechar 4,690 MW.
- El recurso geotérmico ha sido poco aprovechado, aún se tiene disponibilidad de 966 MW aprovechables.

- Los proyectos eólicos comenzaron a construirse en Guatemala recientemente en el año 2015 y se estima que su potencial es de 204.12 MW.
- Sobre el aprovechamiento de la energía solar para generar electricidad no ha sido totalmente cuantificado, pero los proyectos de energía solar fotovoltaica ya instalados, son una muestra de la capacidad total del país para aprovechar este recurso.
- Los recursos de la energía de la biomasa no se han calculado; pero aún hay un potencial considerable en el sector forestal y cañero.

Tabla 2:
Potencial Energético del país y su nivel de aprovechamiento.

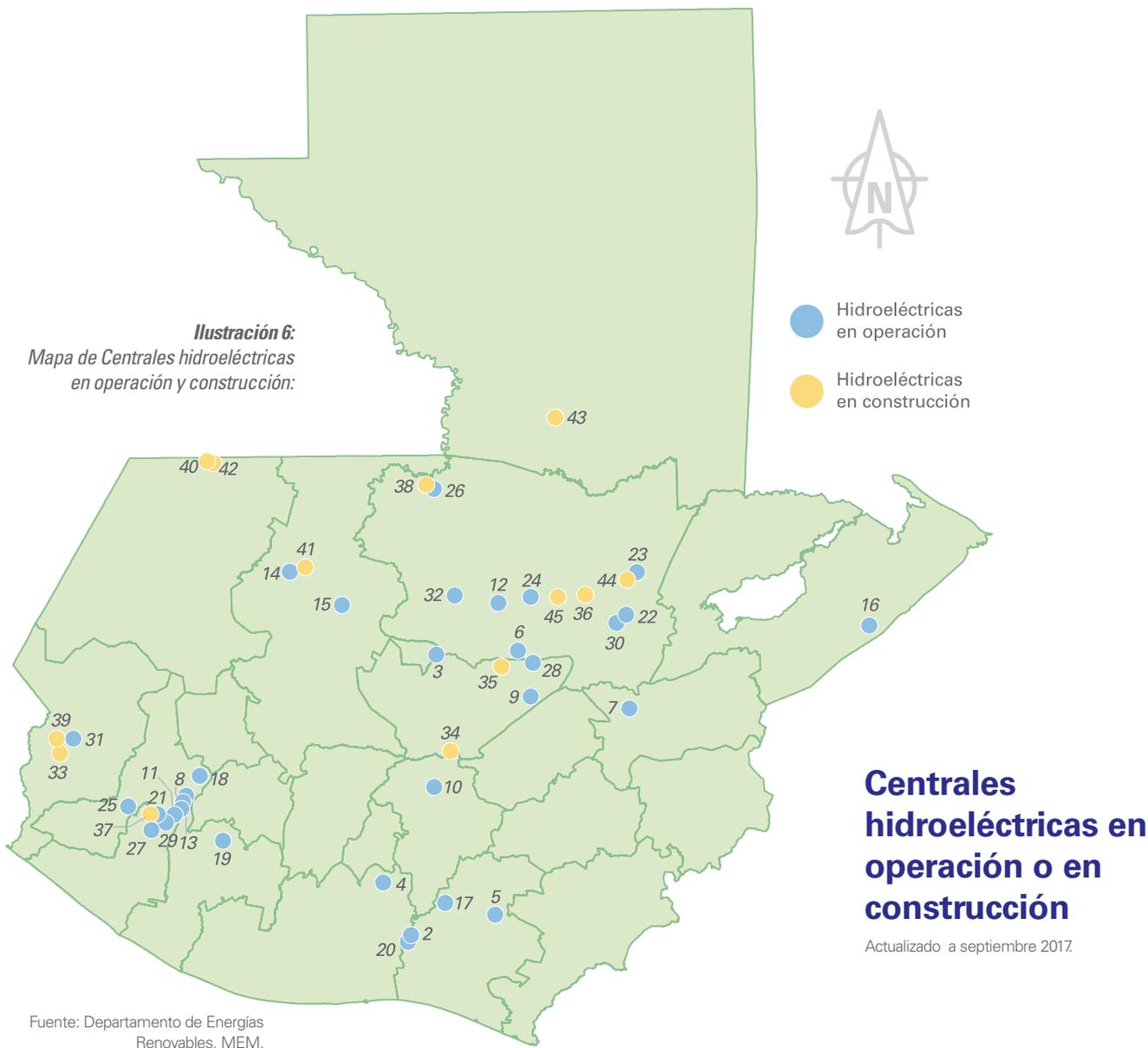
RECURSO (Potencial)	ESTIMADO	APROVECHAMIENTO AL 2016	OBSERVACIONES
Hídrico	6,000 MW	21.8%	4,690 MW por aprovechar
Geotérmico	1,000 MW	3.4%	966 MW por aprovechar
Eólico	280 MW	27.1%	204.12 MW por aprovechar
Solar	5.3 kWh/ m2 / día	85 MW	Indeterminado
Biomásico	No contabilizado	701 MW	Indeterminado

Fuente: Política Energética 2013-2027, actualizado por Dirección General de Energía, MEM



FOTO: XIOMARA LIMA

A continuación, se muestran los mapas de referencia de potencial energético renovable para una mejor concepción a nivel territorial:



RESUMEN DE AUTORIZACIONES DEFINITIVAS OTORGADAS Y EN TRÁMITE

Estado del proyecto	Cantidad de proyectos hidroeléctricos	Potencia en MW
En operación	32	1,299.36
En Construcción	13	424.16
No ha iniciado la construcción	13	387.65
En trámite de Autorización	5	193.26
Total	63	2,304.43

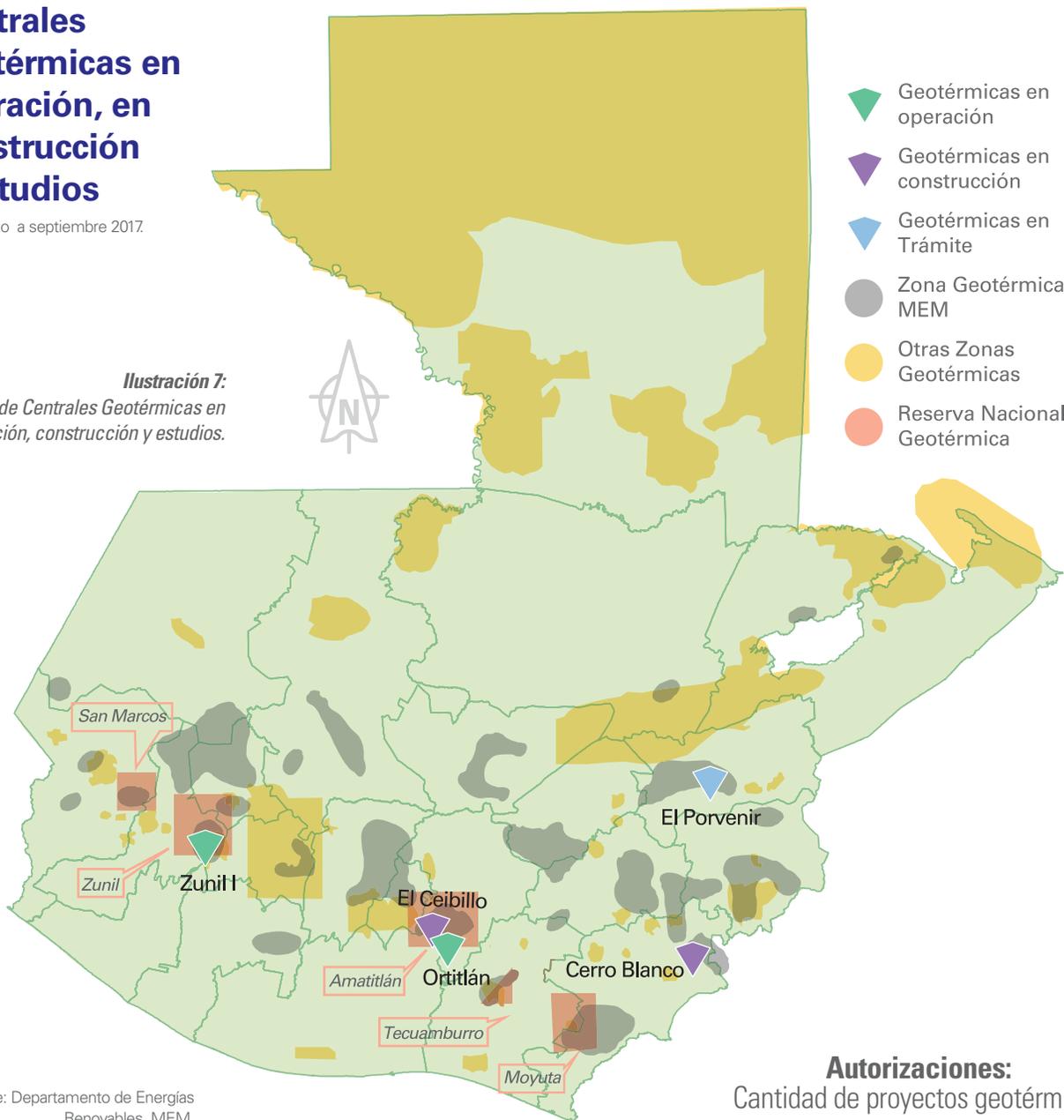
Centrales hidroeléctricas en operación o en construcción

No.	Proyecto	Entidad	No.	Proyecto	Entidad
1	Planta Hidroeléctrica Santa María	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)	23	Oxec	Oxec, S.A.
2	Hidroeléctrica Aguacapa	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)	24	Renace II (Fase I)	Recursos Naturales y Renovables (RENACE, S.A.)
3	Hidroeléctrica Chixoy	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)	25	Hidroeléctrica La Libertad	Cinco M, S.A.
4	Hidroeléctrica Jurún Marinalá	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)	26	Hidroeléctrica Raaxha	Hidroeléctrica Raaxha, S.A.
5	Hidroeléctrica Los Esclavos	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)	27	Hidroeléctrica Las Fuentes II	Energías del Ocosito, S.A.
6	Santa Teresa	Agro-Comercializadora del Polochic, S.A.	28	Hidroeléctrica El Cafetal	Hidro Juminá, S.A.
7	Hidroeléctrica Pasabién	Inversiones Pasabién, S.A.	29	El Recreo II	Genepal, S.A.
8	Santiaguito (Hidro Canadá)	Generadora de Occidente, Limitada	30	Hidroeléctrica Secacao	Hidroeléctrica Secacao, S.A.
9	Matanzas-Chilascó	Tecnoguat, S.A.	31	Hidroeléctrica Finca Lorena	Agen, S.A.
10	Hidroeléctrica Río Las Vacas	Hidroeléctrica Río Las Vacas, S.A.	32	Hidroeléctrica Chichaic	Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE)
11	Hidroeléctrica El Recreo	Hidrotama, S.A.	33	Tres Ríos	Hidroeléctrica Tres Ríos, S.A.
12	Renace	Recursos Naturales y Celulosas (RENACE, S.A.)	34	El Sisimite	Generadora Nacional, S.A.
13	Central Generadora Eléctrica Montecristo	Generadora Montecristo, S.A.	35	Hidroeléctrica Sulín	Central Hidroeléctrica Sulín, S.A.
14	Hidro Xacbal	Hidro Xacbal, S.A.	36	El Volcán	Inversiones Agrícolas Diversificadas, S.A.
15	Palo Viejo	Renovables de Guatemala, S.A.	37	Ampliación Hidroeléctrica El Manantial	Alternativa de Energía Renovable, S.A.
16	Hidroeléctrica Río Bobos	Hidronorte, S.A.	38	Hidroeléctrica Santa Rita	Hidroeléctrica Santa Rita, S.A.
17	Poza Verde	Papeles Elaborados, S.A.	39	Hidro Salá	Hidro Salá, S.A.
18	Hidroeléctrica Cuevamaría	Recursos Energéticos Pasac, S.A.	40	Hidroeléctrica Pojóm II	Generadora San Mateo, S.A.
19	Hidroeléctrica Panán	Inversiones Atenas, S.A.	41	Hidro Xacbal Delta	Energía Limpia de Guatemala, S.A.
20	El Cóbano	Hidroeléctrica El Cóbano, S.A.	42	San Andrés	Generadora San Andrés, S.A.
21	Hidroeléctrica El Manantial	Alternativa de Energía Renovable, S.A.	43	Hidroeléctrica El Raudal	Hidroeléctrica El Raudal, S.A.
22	Hidroeléctrica Cholomá	Hidroeléctrica Cholomá, S.A.	44	Oxec II	Oxec II, S.A.
			45	Proyecto Renace IV	Recursos Naturales y Celulosas (RENACE, S.A.)

Centrales geotérmicas en operación, en construcción y estudios

Actualizado a septiembre 2017.

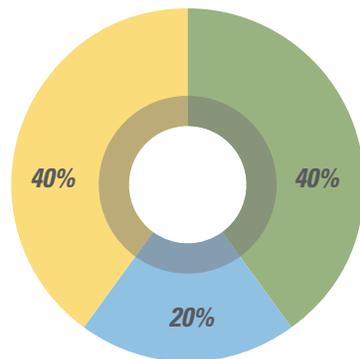
Ilustración 7:
Mapa de Centrales Geotérmicas en operación, construcción y estudios.



Fuente: Departamento de Energías Renovables, MEM.

Autorizaciones:
Cantidad de proyectos geotérmicos

Departamento	Operación	Construcción	Trámites	MW
Quetzaltenango	1	--	--	25.20
Escuintla	1	--	--	24.00
Guatemala	--	1	--	25.00
Jutiapa	--	--	1	50.00
Zacapa	--	1	--	20.00
TOTAL				144.20



■ Con Autorización, en operación ■ En Construcción
■ En Trámite de Autorización

Centrales eólicas en operación, en construcción y estudios

Actualizado a septiembre 2017.

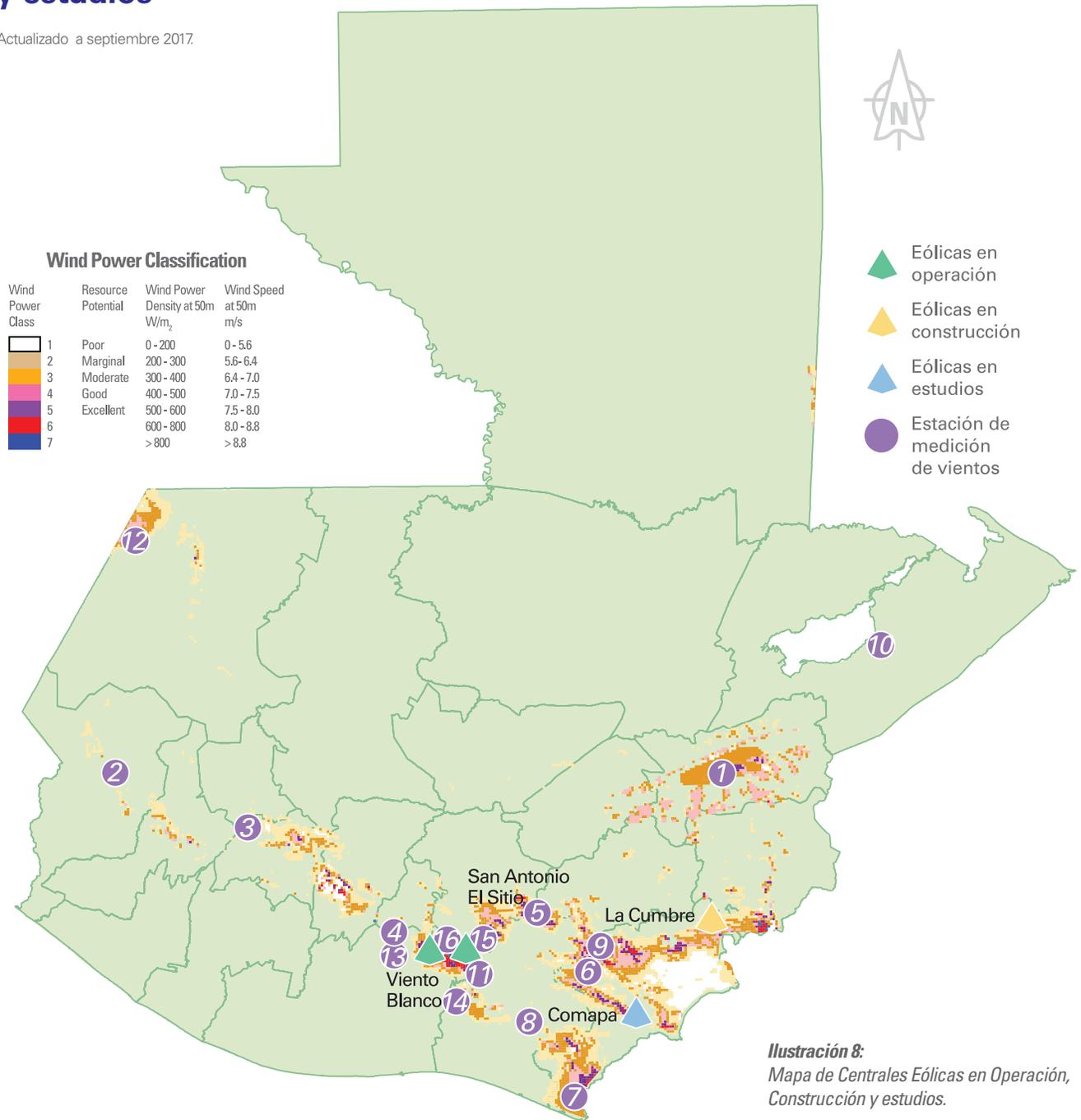


Ilustración 8:
Mapa de Centrales Eólicas en Operación, Construcción y estudios.

Fuente: Departamento de Energías Renovables, MEM.

Proyecto de mediciones de viento del MEM			
No.	Estación	Vel media anual m/s	Altura de medición en m
1	Finca Matazano, Aldea Chispán (Zacapa)	4.1	30
2	El Rodeo (San Marcos)	5.9	30
3	Santa Catarina Ixtahuacán (Sololá)	4.2	20
4	Finca Candelaria (Sacatepéquez)	6	20
5	Samororo (Jalapa)	6.7	30
6	El Durazno (Jutiapa)	5.8	30
7	Salamar (Jutiapa)	4.5	30
8	Guayabales (Santa Rosa)	2.5	30
9	La Brea (Jutiapa)	3.1	30
10	Bella Vista en San Gil (Izabal)	3.9	30
11	Finca la Concla (Guatemala)	5.2	30
12	Aldea Chacaj (Huehuetenango)	4.2	51
13	Finca Monte María (Escuintla)	3.6	30
14	Finca La Unión (Guatemala)	3.1	51
15	Finca La Sabana (Guatemala)	6.8	30
16	Finca San Antonio (Guatemala)	5.9	30

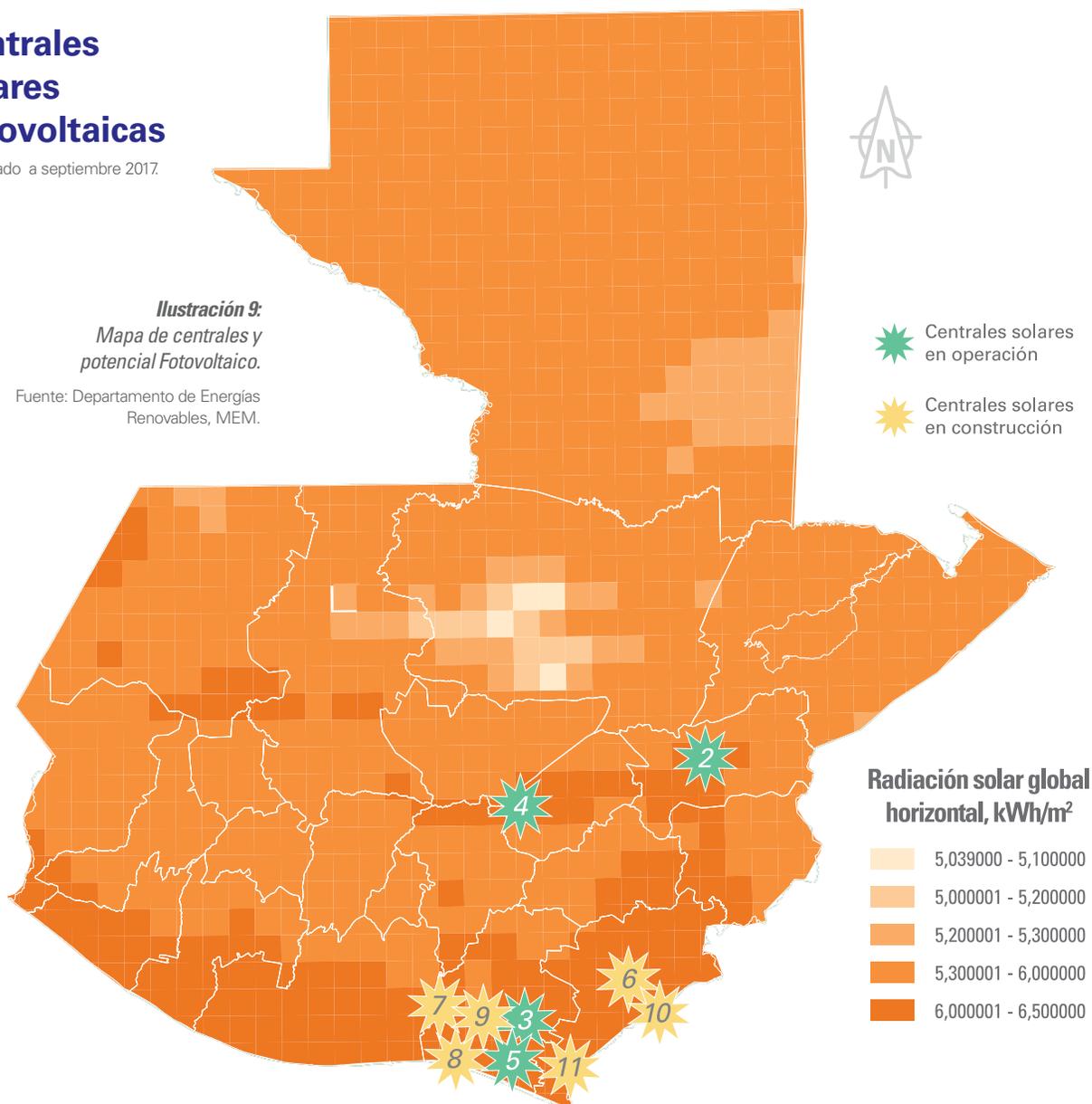
Centrales Eólicas						
Proyecto	Entidad	Recurso energético	Municipio	Departamento	Capacidad Instalada MW	Estado proyecto
San Antonio el Sitio	San Antonio el Sitio, S.A.	Viento	Villa Canales	Guatemala	52	En operación
Viento Blanco	Viento Blanco, S.A.	Viento	San Vicente Pacaya	Escuintla	21	En operación
La Cumbre	Transportista de Electricidad, S.A.	Viento	Jutiapa	Jutiapa	30	En Construcción
Proyecto Eólico Comapa	Eólica San Cristóbal, S.A.	Viento	Jutiapa	Jutiapa	57	En estudios

Centrales solares fotovoltaicas

Actualizado a septiembre 2017.

Ilustración 9:
Mapa de centrales y potencial Fotovoltaico.

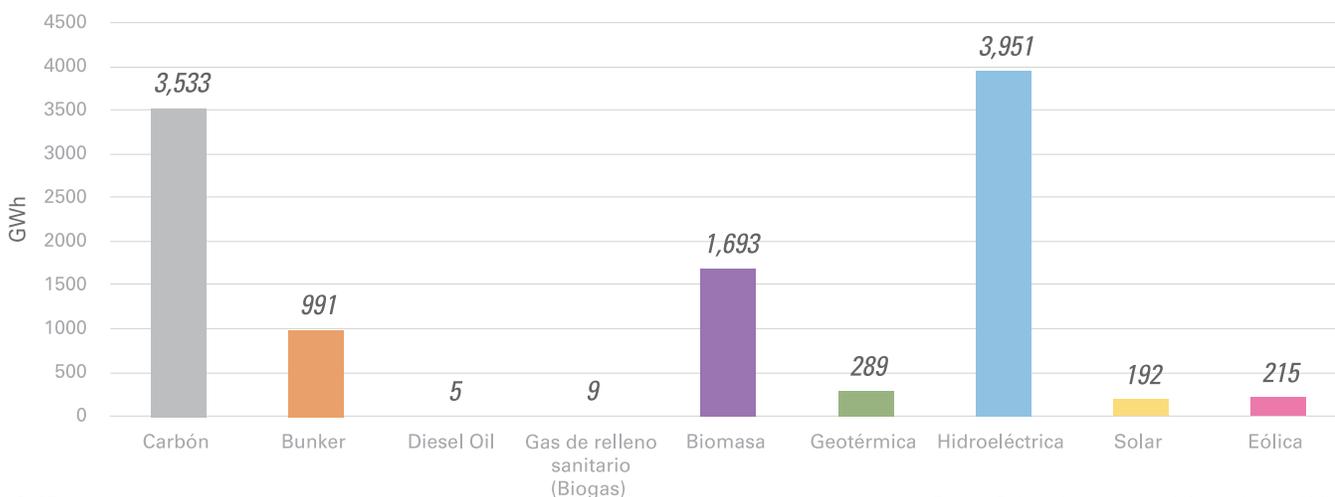
Fuente: Departamento de Energías Renovables, MEM.



No.	Proyecto	Capacidad instalada MW	Estado	No.	Proyecto	Capacidad instalada MW	Estado
1	Instalación fotovoltaica ubicada encima cubierta de varias galeras con una potencia de 137,28 KWP	0.137	Operando	7	Granja Solar el Jobo	1	Construcción
2	Central solar fotovoltaica 5 MWac	5	Operando	8	Granja Solar la Avellana	1	Construcción
3	Proyecto Planta Fotovoltaica de 50 MW	50	Operando	9	Granja Solar Taxisco	1.5	Construcción
4	Instalación fotovoltaica ubicada encima cubierta de una bodega con potencia de 153.00 kWn	0.153	Operando	10	Granja Solar Buena Vista	1.5	Construcción
5	Horus II	30	Operando	11	Granja Solar Pedro de Alvarado	1.0	Construcción
6	Solaris I FV 2.5 MW	2.5	Construcción				

6.4 Matriz Energética Nacional

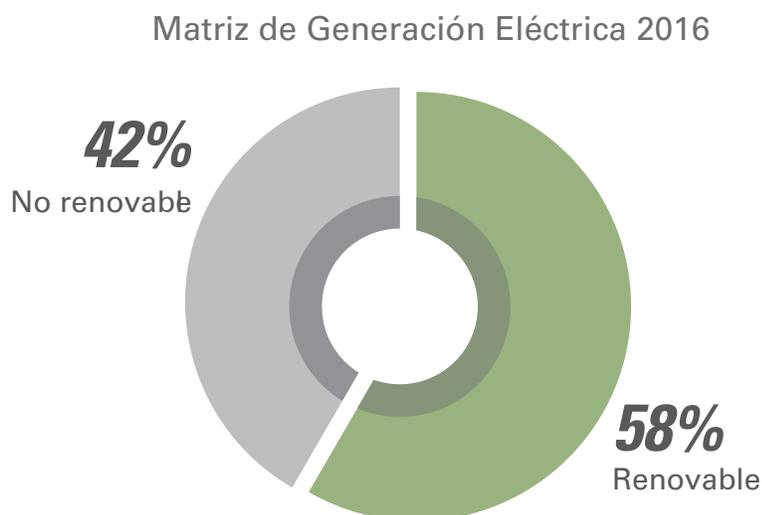
La generación eléctrica nacional, durante el año 2016, tuvo una participación predominante de la generación hidroeléctrica con un aporte de energía de 3,951 GWh a la matriz energética. Seguidamente, la generación de carbón, con un aporte de 3,533 GWh. A continuación se muestra una gráfica que describe el comportamiento de la generación de energía eléctrica por tipo de recurso:



Gráfica 15:
Generación de energía eléctrica por tipo de recurso para el año 2016.

Fuente: Elaboración propia con información del AMM.

Adicionalmente, es importante mencionar la participación de las energías renovables en la matriz energética eléctrica, ya que durante el año 2016 el 58% de la generación eléctrica nacional se obtuvo a partir de fuentes de energía renovable, mientras que el otro 42% se obtuvo de fuentes no renovables.

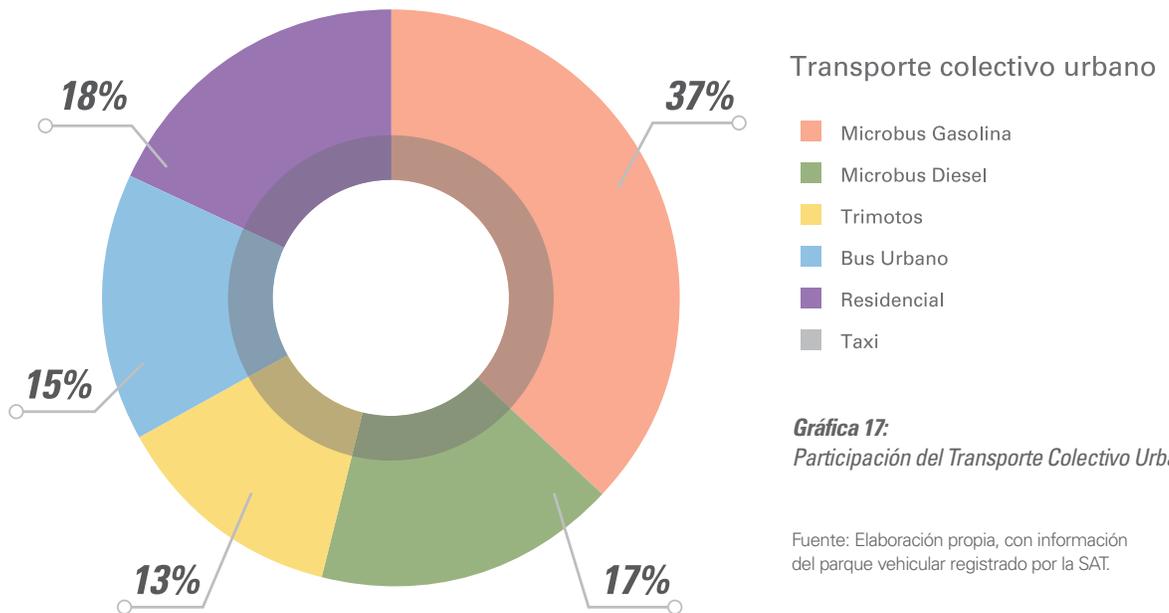


Gráfica 16:
Matriz de Generación Eléctrica 2016.

Fuente: (Dirección General de Energía, 2016)

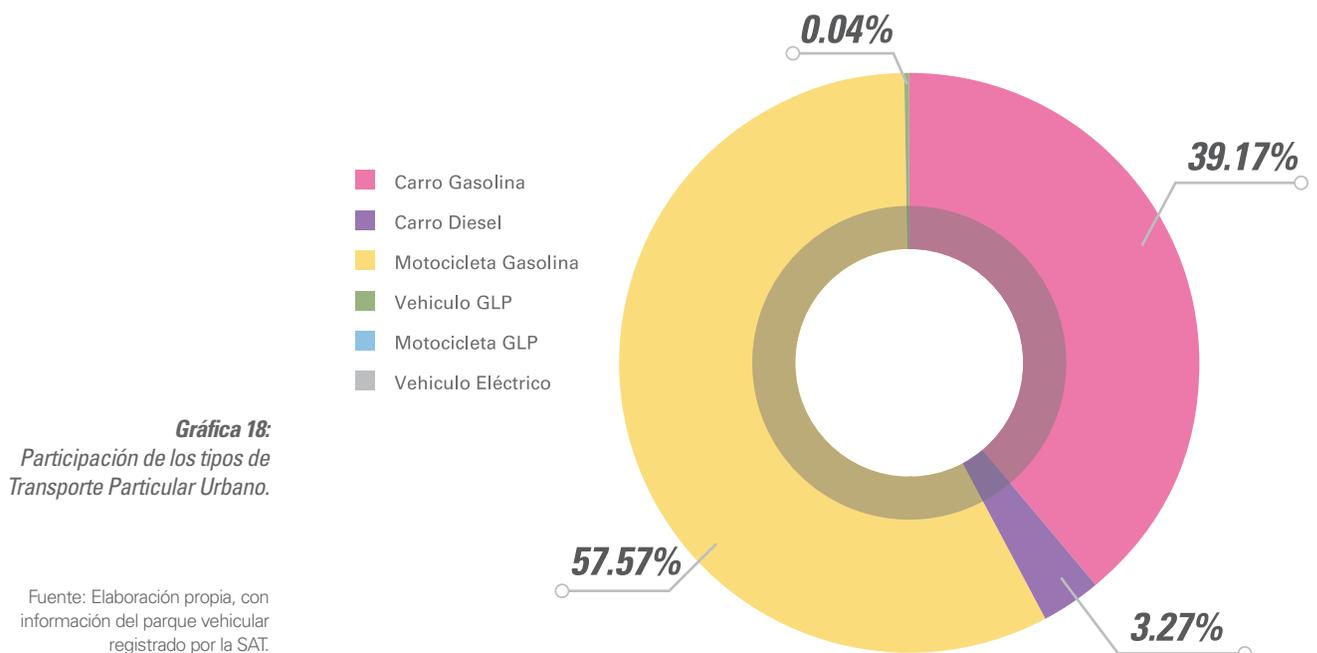
6.5 Subsector Transporte

La diversificación del parque vehicular de Guatemala es constante y presenta predisposición a ingresar nuevas tecnologías para los diferentes medios de transporte; para el año 2016, el parque vehicular de Guatemala se encontraba desagregado de la siguiente manera:



Gráfica 17:
Participación del Transporte Colectivo Urbano.

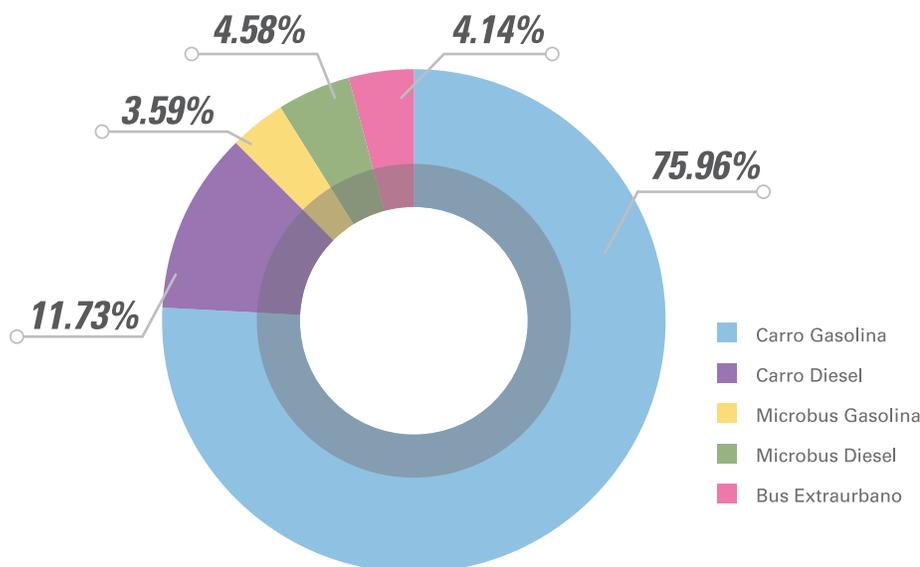
Fuente: Elaboración propia, con información del parque vehicular registrado por la SAT.



Gráfica 18:
Participación de los tipos de Transporte Particular Urbano.

Fuente: Elaboración propia, con información del parque vehicular registrado por la SAT.

Dentro de las zonas urbanas, la población viaja una distancia promedio de 16.14 kilómetros diarios para realizar actividades varias -trabajo, estudios, comercio, entre otros-. La mayor parte del parque vehicular urbano se concentra entre motocicletas y automóviles a base de gasolina y de uso particular, pero el medio de transporte más utilizado por la población en general es el de servicio colectivo, que reúne los siguientes medios de transporte: microbuses alimentados con gasolina, microbuses alimentados con diésel, trimotos, buses urbanos colectivos y taxis.



Gráfica 19:
Participación de Parque vehicular Extraurbano, 2016.

Fuente: Elaboración propia, con información del parque vehicular registrado por la SAT.

Características muy diferentes presentan el transporte extraurbano de Guatemala, el cual es predominantemente colectivo y los recorridos promedio por persona de 251.42 km.

6.6 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

De tal manera que, durante el año 2016, las actividades del sector energía, emitieron 18.44 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. De las cuales, aproximadamente el 50% corresponden al transporte terrestre y seguidamente el 32% corresponden a las actividades de generación eléctrica.

Tabla 3:
Emisiones de GEI sector energía en Millones de Toneladas de CO₂e.

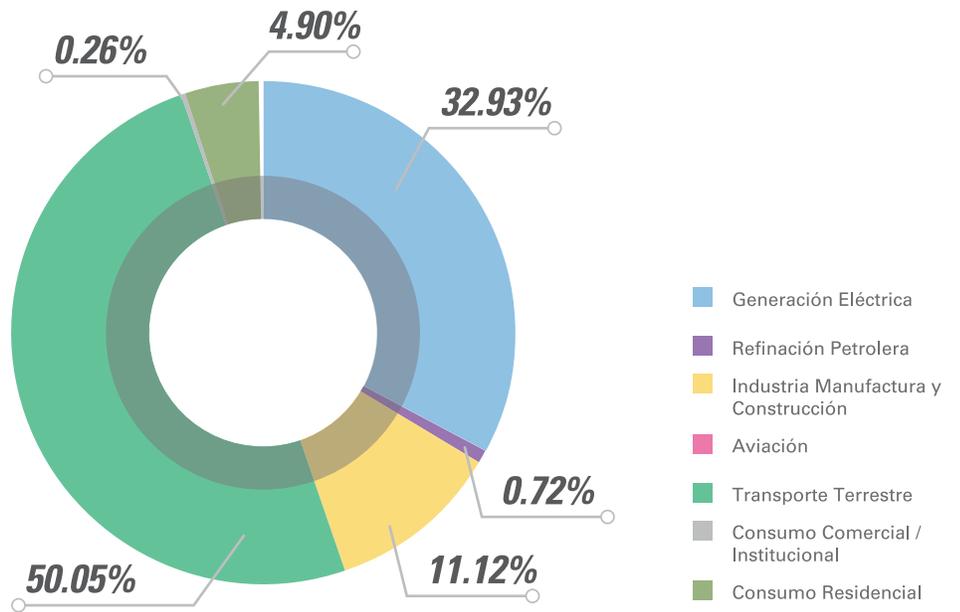
EMISIONES DE GEI SECTOR ENERGÍA	2016
Generación Eléctrica	6.07
Refinación Petrolera	0.13
Industria Manufactura y Construcción	2.05
Aviación	0.00
Transporte Terrestre	9.23
Consumo Comercial / Institucional	0.05
Consumo Residencial	0.90
TOTAL	18.44

Fuente: Balance Energético Nacional 2016, MEM.

A continuación se muestra la participación de las emisiones de GEI provenientes del sector energía:

Gráfica 20:
Emisiones de GEI sector Energía, 2016.

Fuente: Balance Energético Nacional 2016, MEM.





7 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE ENERGÍA

El Ministerio de Energía y Minas, como ente rector de las políticas energéticas del país ha elaborado el Plan Nacional de Energía, el cual se ha desarrollado con el propósito de cumplir con el artículo 18 de la Ley Marco de Cambio Climático, definiendo la orientación del sector energía para ser competitivo y eficiente en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales que permitan la reducción de emisiones de GEI con un enfoque de sostenibilidad en el uso y aprovechamiento de la energía.

Este plan es de carácter indicativo ya que se basa en la evolución de los indicadores energéticos del país, señales de mercado y preferencias técnicas así como de otras variables puramente descriptivas en el sector energético.

Las proyecciones energéticas realizadas en este Plan, fueron realizadas utilizando como base los indicadores económicos y energéticos de los actores que componen el sector energía y sus señales de mercado. Posteriormente, con la utilización de modelación digital y herramientas de software para planificación energética a largo plazo, fueron obtenidas las tendencias e indicadores energéticos para los años 2017 al 2032 para cada subsector descrito en las acciones de este plan.

Actualmente, no existen metas de reducción de emisiones de GEI específicas para cada sector productivo del país. Adicionalmente, el ultimo inventario oficial de emisiones de GEI data del año 2005, del cual se desprende la meta global de contribuir como país a la reducción de 11.2% de sus emisiones respecto a un escenario tendencial al año 2030. Por tal razón, este Plan Nacional de Energía, utiliza la misma lógica para el desarrollo de la metodología para definir las metas de reducción de emisiones de 11.2% para al año 2032, respecto al escenario tendencial del sector energía.

Derivado de lo anterior, este plan brinda los lineamientos técnicos y estratégicos para el planteamiento de acciones sectoriales que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI emitidas por el sector energético del país, como un componente principal para la mitigación de los efectos del cambio climático dentro del territorio nacional.

7.1 Análisis de Actores

La elaboración de este Plan Nacional de Energía, también contempla los criterios de ponderación para el análisis de actores involucrados en la adopción de medidas que permitan la implementación de las acciones de reducción de emisiones contempladas en este plan. Los criterios de ponderación son:

Tabla 4:

Criterios de ponderación para todos los campos.

Alto	Medio	Bajo
5	3	1

Fuente: Unidad de Planificación de Planificación, MEM.

Tabla 5:

Matriz de análisis de actores aliados para el cumplimiento del Plan Nacional de Energía.

Fuente: Elaboración propia, Unidad de Planificación, MEM.

Identificación de actores según su tipo		Nivel de influencia*	Estrategias a implementar	
ALIADO	Consciente (Interés Alto)	Sector Privado	3	Divulgación de información de interés para los sectores energético minero y comunidades de influencia de los proyectos de ese tipo; estimulación de la inversión en dichos sectores en el país.
		Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)	3	Cumplir con los requerimientos legales que son competencia del MEM.
		Administración del Mercado Mayorista (AMM)	3	
		Delegados institucionales	5	Coordinar acciones de diálogo y socialización, informar a las comunidades acerca de los beneficios de los proyectos energéticos mineros.
		Gremial de Hidrocarburos	3	Coordinación interinstitucional para incentivar la competencia de combustibles confiables, seguros y a precios razonables.
		Asociación Guatemalteca de Expendedores de Gasolina	3	Coordinación interinstitucional para fortalecer las oportunidades de negocio y la optimización operativa de las estaciones de servicios.
		Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN)	1	Coordinación constante para la aplicación de Políticas, Planes, Proyectos en la planificación institucional.
		Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)	1	Control interinstitucional y velar por que los proyectos energético mineros, cumplan con el respeto a las áreas protegidas del país y cuenten con los dictámenes respectivos.
		Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	3	Apoyo técnico institucional para las comisiones de campo que se realizan a licencias mineras vigentes y acompañamiento en las inspecciones ambientales. Velar por que los proyectos cuenten con el estudio de impacto ambiental.
		Instituto Nacional de Electrificación (INDE)	5	Coordinación interinstitucional para el incremento de la capacidad de generación, transporte y comercialización de energía eléctrica.
		Instituto Nacional de Bosques (INAB)	3	Coordinar interinstitucional para fomentar la provisión sustentable de bienes y servicios del bosque para satisfacer necesidades energéticas, vivienda, infraestructura y agroindustria.

Identificación de actores según su tipo		Nivel de influencia*	Estrategias a implementar	
ALIADO	Potencial (Interés Bajo)	Municipalidades	3	Diálogo, coordinación, aplicación legal municipal.
		Asociación Nacional de Municipalidades	3	
		Contraloría General de Cuentas	3	Cumplir con las responsabilidades legales, normas y procedimientos de competencia del MEM.
		Universidades	1	Diálogo, coordinación interinstitucional en la realización de estudios, opiniones y dictámenes técnicos, así como para formación de profesionales en temas afines al quehacer del MEM.
		Organismos Internacionales	3	Cumplimiento de compromisos a nivel internacional; apertura a la cooperación técnica y financiera.
		Asociación Guatemalteca de Expendedores de Gasolina	3	Coordinación interinstitucional para fortalecer las oportunidades de negocio y la optimización operativa de las estaciones de servicios.
		Gobernaciones Departamentales	3	Diálogo, coordinación y participación comunitaria.
		Ministerio de Gobernación	1	Coordinación interinstitucional, solicitar seguridad en caso necesario.
		Colegios Profesionales	1	Buenas relaciones institucionales, apoyo mutuo en investigaciones y estudios relacionados con el tema objetivo del MEM.
		Estaciones de Servicios de Combustible	1	Aplicación de medidas de protección a la población y control de precios.
		Superintendencia de Administración Tributaria (SAT)	3	Coordinación interinstitucional para la investigación de casos relacionados con el contrabando de combustibles en el país.

Tabla 6: Matriz de análisis de actores opositores para el cumplimiento del Plan Nacional de Energía.

Fuente: Elaboración propia, Unidad de Planificación, MEM.

NEUTRAL	Afecta sus intereses particulares (Interés Alto)	Población civil organizada	5	Procesos de diálogo y participación comunitaria acerca de los beneficios de proyectos energéticos mineros.
		Grupos de ambientalistas	5	Diálogo y capacitación, mejora de la calidad de información sobre los proyectos energético mineros vigentes en el país y divulgación de la misma.
	Iglesia Católica	3		
	Consejos Departamentales de Desarrollo	3		
	Consejos Comunitarios de Desarrollo	3		

Los actores que se mencionan en el cuadro anterior, juegan un papel importante para el desarrollo del Plan Nacional de Energía, donde los actores con influencia alta tendrán incidencia como corresponsables atendiendo acciones de dialogo y socialización a las comunidades acerca de los beneficios de los proyectos energético, otros atendiendo la coordinación interinstitucional para incentivar la compra de combustibles seguros y a precios razonables, así como fortalecer las oportunidades de negocio y la optimización operativa de las estaciones de servicio.

Es importante el papel del sector privado como estimulador de la inversión en el sector energético del país, así como para la divulgación de información de interés para dichos sectores y para las comunidades de influencia de proyectos de este tipo.

Hay actores en la población que manifiestan ser afectados en sus intereses tanto particulares como colectivos debido a la ejecución de los proyectos energéticos, que constituyen la población civil organizada en grupos tales como ambientalistas, la Iglesia Católica, y el Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.

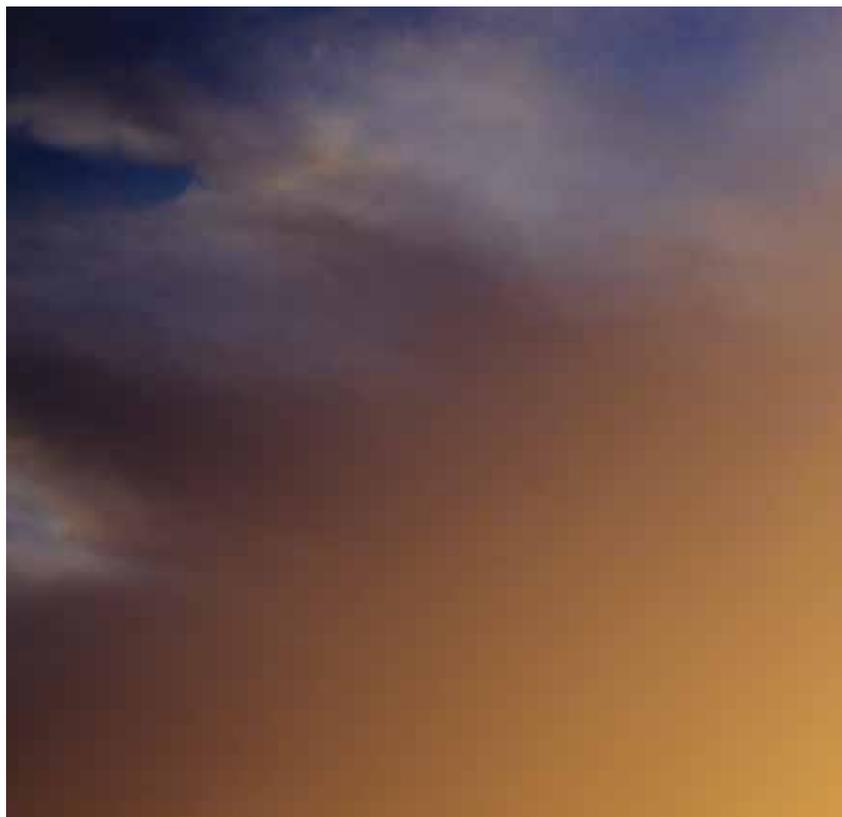




FOTO: WWW.PIXABAY.COM



8

EJES ESTRATÉGICOS DEL PLAN NACIONAL DE ENERGÍA

Para cumplir con los objetivos del Plan Nacional de Energía, se han planteado tres ejes estratégicos de intervención para orientar y aportar los lineamientos de crecimiento del sector energético del país.

- 1) **Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Renovables.**
- 2) **Eficiencia y Ahorro Energético.**
- 3) **Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.**

Cada uno de estos ejes plantea acciones para todos los subsectores y actores que componen el sector energético. Estas acciones están orientadas a dar cumplimiento a los objetivos de los diferentes instrumentos de las diversas políticas del país, los cuales se enumeran a continuación:

- 1) Ley Marco de Cambio Climático²
- 2) Política General de Gobierno 2016-2022
- 3) Política Nacional de Cambio Climático
- 4) Política Energética 2013-2027
- 5) Plan Nacional de Desarrollo Katun 2032
- 6) Plan de Acción Nacional de Cambio Climático –PANCC-
- 7) Contribución Nacional Determinada -NDC-
- 8) Objetivos de Desarrollo Sostenible
- 9) Acuerdos de París
- 10) Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones.

8.1 Primer Eje: Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Renovables

Este tiene como objeto priorizar el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, para la generación y consumo de energía eléctrica. Los recursos renovables deben ser aprovechados de manera sostenible en el tiempo para no comprometer los recursos de las generaciones futuras, logrando beneficios ambientales y climáticos a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

²Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Decreto 7-2013.

Para el cumplimiento en este eje se promueven los lineamientos necesarios para la expansión del sistema de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y su energía base por medio de combustibles fósiles que garanticen la seguridad energética del país.

8.1.1 Acción 1. Diversificación de la Matriz Energética

Para tener una matriz energética diversificada, orientada hacia la utilización de los recursos renovables, es necesario añadir nuevas centrales de generación eléctrica al parque de generación del país.

La incorporación de estas nuevas centrales de generación que utilicen los recursos energéticos renovables; tales como el recurso hídrico, la energía solar, eólica, geotérmica y el potencial de la biomasa ayudarán a cubrir la demanda de energía eléctrica hacia el año 2032.

Según los Planes Indicativos de Generación y Transmisión del año 2016 y las licitaciones de adición de centrales de energía renovable por parte de la CNEE, la nueva potencia instalada de generación eléctrica que se incorporará al parque de generación, proveniente de 6,102.28 MW de las plantas candidatas; deberán generar un estimado de 16,153 GWh de energía para el año 2032.

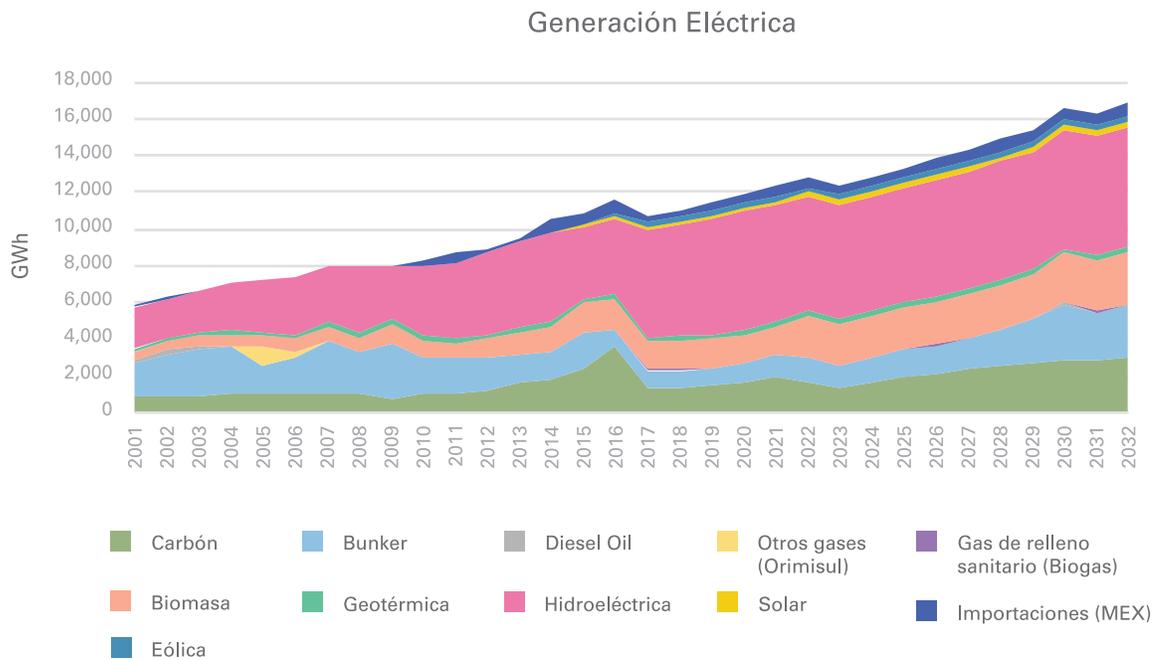
La adición de nueva potencia se distribuirá de la siguiente manera:

Tabla 7:
Planta candidatas de Generación Eléctrica por tipo de recurso.

Recurso	Cantidad	MW
Agua	66	3,550.28
Geotermia	3	300
Sol	8	187
Híbridos	4	316
Eólico	3	101
Bunker	4	445
Carbón	2	600
Gas Natural (IMP)	4	603
TOTAL	94	6,102.28

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2016.

En la siguiente gráfica se muestran las proyecciones de generación de energía eléctrica con base en la potencia instalada de las plantas candidatas por tipo de recursos. Las proyecciones de energía se realizaron hasta el año 2032 utilizando los mismos insumos de los planes indicativos de Generación y Transporte 2016, que proyectan la energía para el año 2030.



Gráfica 21: Generación Eléctrica Nacional 2001-2032.

Fuente: Elaboración propia con información de los Planes Indicativos de Generación y Transporte 2016, MEM.

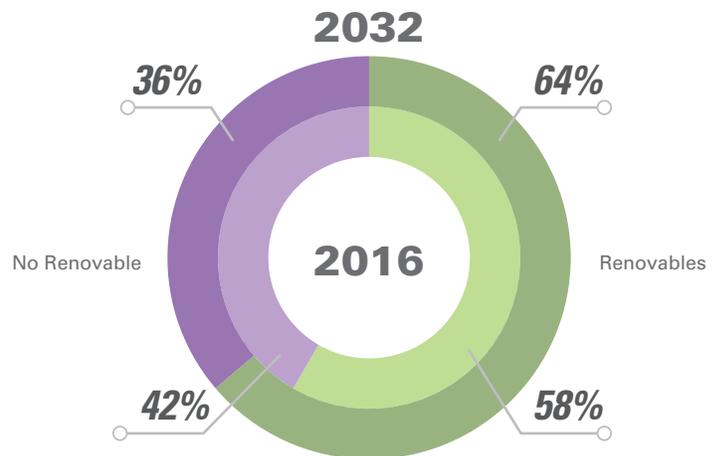
Para el año 2032, la matriz energética tendrá un crecimiento de 5% en la participación de los recursos renovables para la generación de energía eléctrica, de los cuales el recurso hídrico tendrá un crecimiento de 2,571.57 GWh equivalente al 4% de participación.

Esta acción refleja la importancia del cumplimiento de los objetivos de la Política Energética 2013-2027 y la priorización de acciones sectoriales priorizadas en el marco de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones.

8.1.2 Acción 2. Generación Eléctrica con Potencial Geotérmico

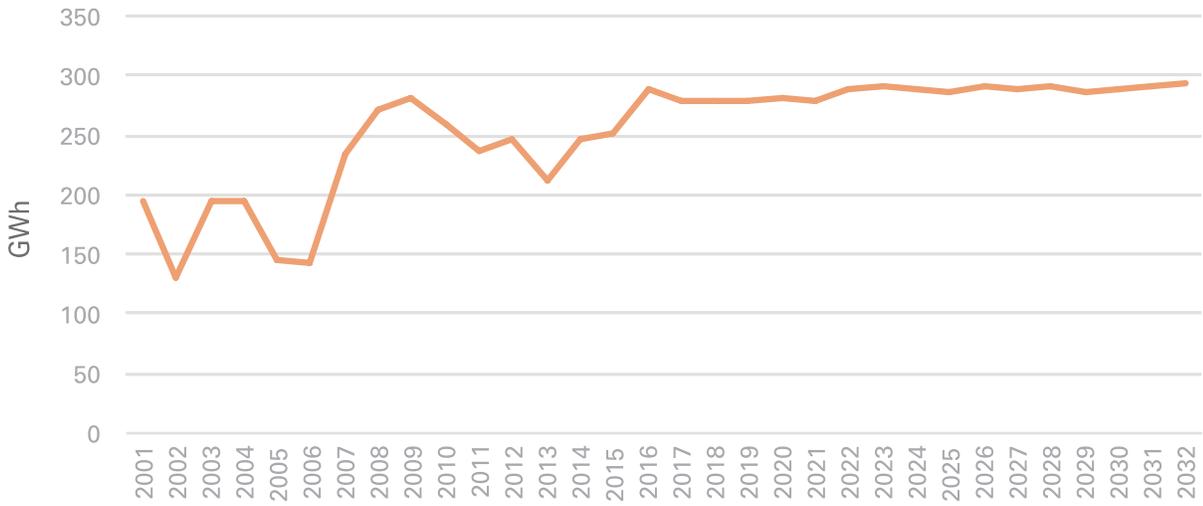
Promover la generación de energía geotérmica ya que se considera de naturaleza renovable además se estar basada en un recurso que no genera un impacto considerable en las variables climáticas y ambientales externas al ser aprovechadas.

Para el año 2032, la oferta de generación de energía geotérmica aumentará en 3.34 GWh respecto al año base 2016.



Gráfica 22: Evolución de la diversificación de la matriz energética 2016-2032.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

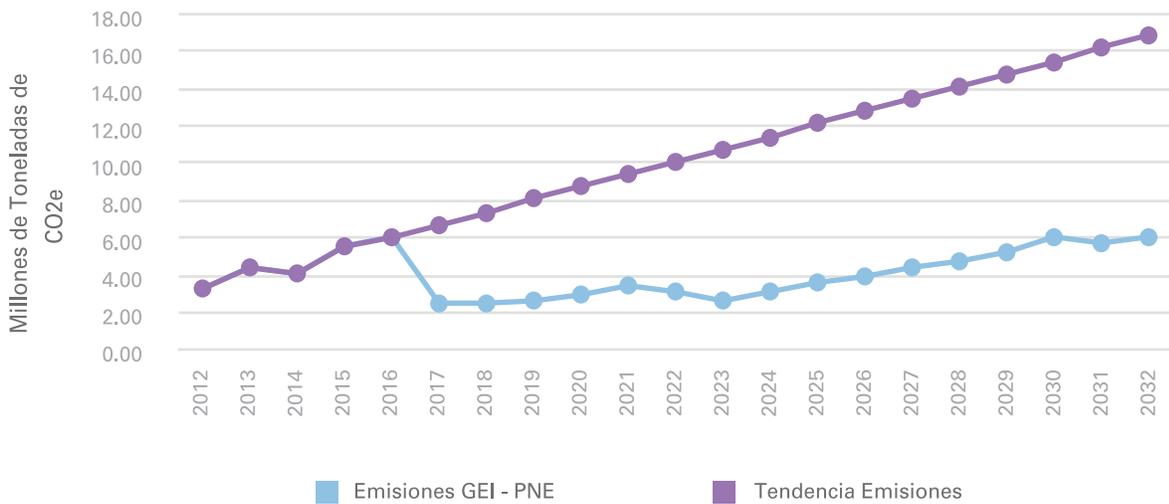


Gráfica 23: Generación de Energía Eléctrica Geotérmica.

Fuente: Elaboración propia con información de los Planes Indicativos de Generación y Transporte 2016, MEM.

La energía eléctrica generada con el potencial geotérmico es considerada como energía base para el abastecimiento de la demanda debido a su alto potencial de seguridad energética y estabilidad en términos de suministro eléctrico.

Las acciones 1 y 2 permitirán la incorporación de nuevas plantas de generación de energía eléctrica a base de recursos renovables, incluyendo la confiabilidad que ofrece la energía geotérmica y una mayor participación de las centrales hidroeléctricas dentro de la matriz energética.



Gráfica 24: Tendencias de Emisiones y Reducciones basadas en la diversificación de la matriz energética.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

La diversificación de la matriz energética planteada, con participación de 64% de energías renovables y 36% de combustibles fósiles permitirá tener una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de 10.82 Millones de Toneladas de CO₂e, en comparación con la tendencia de emisiones “Business as Usual” para el año 2032.

8.1.3 Acción 3. Atención a la conflictividad social para proyectos hidroeléctricos

Guatemala es un país que posee una amplia biodiversidad, el cual lo convierte en un punto de referencia importante en la región centroamericana por la riqueza de sus recursos renovables, razón por la cual es atractivo para la inversión económica, ya que entre otros recursos naturales el país cuenta con: 38 cuencas hidrográficas, las cuales se agrupan en 3 vertientes:

- I. Vertiente del Pacífico
- II. Vertiente del Caribe
- III. Vertiente del Golfo de México

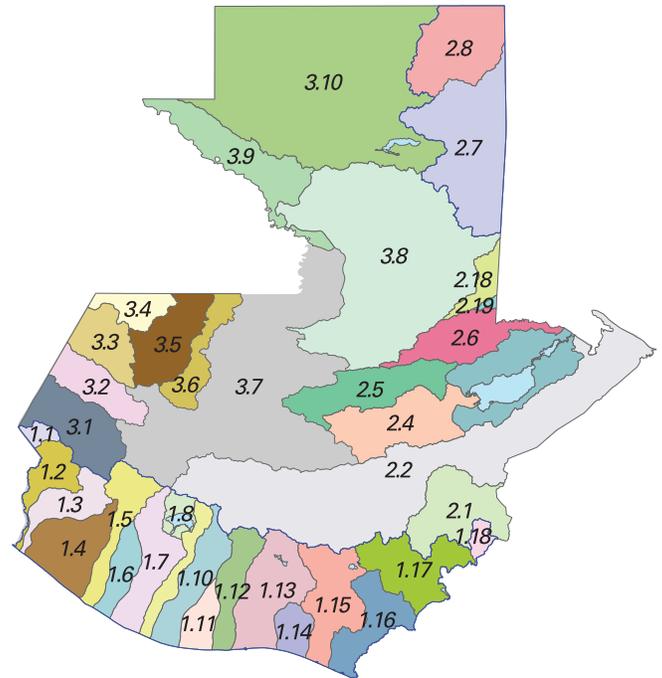
Las cuales están formadas por 3,000 ríos, dentro de los cuales se pueden mencionar los más caudalosos como río Samalá, Aguacapa, Cahabón, Xacbal, Chixoy y río Negro, entre otros.

El aprovechamiento del potencial hídrico se ha visto amenazado o reducido, por lo que puede ser un factor negativo para poder aprovechar los recursos naturales para la generación de energía.

Asociado a lo anterior se encuentra la mala interpretación de cumplimiento del derecho a la consulta que se encuentra en el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la OIT; específicamente en el Artículo 6 del Convenio se establece que los gobiernos deberán consultar a los pueblos interesados cada vez que se tomen medidas legales que les afecten directamente y deben establecer las formas y medios a través de los cuales los pueblos indígenas puedan participar libremente en las decisiones. Las consultas deben hacerse de buena fe y con ánimo de llegar a un acuerdo que beneficie a estos pueblos.

Por lo tanto, en este Convenio la propuesta plantea o incluye derechos de participación de Pueblos Indígenas pero se extiende a procesos de participación de los otros grupos de la población guatemalteca (no indígenas), que

Ilustración 10: Mapa de cuencas hidrográficas del país.



Vertiente del Pacífico

- 1.1 Río Coatán
- 1.2 Río Suchiate
- 1.3 Río Naranjo
- 1.4 Río Ocosito
- 1.5 Río Samalá
- 1.6 Río Sis-Icán
- 1.7 Río Nahualate
- 1.8 Lago de Atitlán
- 1.9 Río Madre Vieja
- 1.10 Río Coyolate
- 1.11 Río Acomé
- 1.12 Río Achiguate
- 1.13 Río María Linda
- 1.14 Río Paso Hondo
- 1.15 Río Los Esclavos
- 1.16 Río Paz
- 1.17 Río Ostúa Güija
- 1.18 Río Olopa

Vertiente del Mar de las Antillas

- 2.1 Río Grande de Zacapa
- 2.2 Río Motagua
- 2.3 Lago de Izabal-Río Dulce
- 2.4 Río Polochic
- 2.5 Río Cahabón
- 2.6 Río Sarstún
- 2.7 Río Mopán Belice
- 2.8 Río Hondo
- 2.18 Río Moho
- 2.19 Río Temash

Vertiente del Golfo de México

- 3.1 Río Cuilco
- 3.2 Río Selegua
- 3.3 Río Nentón
- 3.4 Pojóm
- 3.5 Río Ixcán
- 3.6 Xaclbal
- 3.7 Río Salinas
- 3.8 Río La Pasión
- 3.9 Río Usumacinta
- 3.10 Río San Pedro

Fuente: MAGA-UIPE. Unidad de políticas de información estratégica. (Reguera, 2001)

también están involucrados en el caso particular del desarrollo de proyectos hidroeléctricos.

Como referencia, se pueden citar proyectos hidroeléctricos que actualmente están detenidos debido a resoluciones basadas en el convenio y de acuerdo a la Sentencia de las cortes del país, mientras que el Estado realiza el proceso de consulta contemplada en el Convenio 169 de la OIT a los pueblos indígenas que viven alrededor de los proyectos.

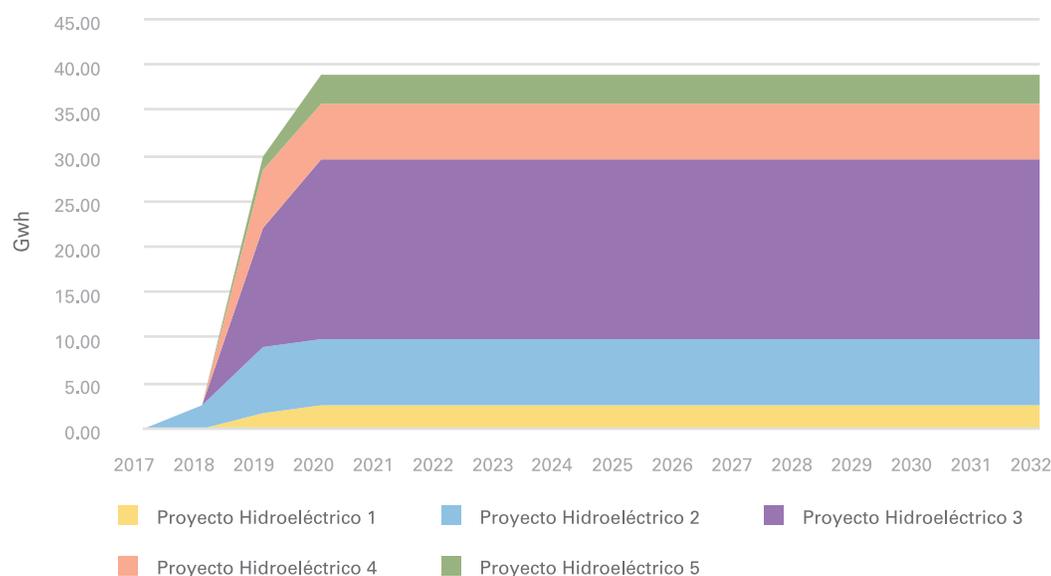
Con este precedente se formarán los mecanismos y procedimientos de cómo realizar el proceso de consulta a las poblaciones que en su momento se vean afectadas por los proyectos hidroeléctricos, y de esa forma, seguir con la ruta de la diversificación de la matriz energética con la inclusión de recursos renovables naturales. La energía eléctrica generada por estos proyectos puede ser trasladada de un punto a otro y ser accesible a las regiones, las cuales carecen de servicio de energía eléctrica.

La energía eléctrica generada por estos proyectos hidroeléctricos podría abastecer una demanda promedio anual de 38.25 GWh, sin generar emisiones de gases de efecto invernadero en su operación.

Tabla 8:
Potencia Instalada de Proyectos hidroeléctricos detenidos.

Proyectos Nuevos	MW
Proyecto Hidroeléctrico 1	15
Proyecto Hidroeléctrico 2	45
Proyecto Hidroeléctrico 3	120
Proyecto Hidroeléctrico 4	38
Proyecto Hidroeléctrico 5	18.75
TOTAL	236.75

Fuente: Elaboración propia, MEM.



Gráfica 25: Energía hidroeléctrica No aprovechada debido al cierre de operaciones de proyecto hidroeléctricos.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

Adicionalmente se pueden mencionar las ventajas de las centrales hidroeléctricas:

- No requieren combustibles fósiles para generar energía evitando las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Es energía limpia, ya que no contamina ni el agua ni el aire.
- Precios bajos en las tarifas de energía eléctrica.
- Puede combinarse con otros beneficios como riego, protección contra inundaciones, suministros de agua, etc.
- Oxigenación del agua que pasa por las turbinas, lo cual es un impacto positivo para el medio ambiente.

La operación de proyectos hidroeléctricos detenidos por los procesos relacionados a las consultas indicadas por el Convenio 169 de la OIT, hacen necesario que el abastecimiento de la energía no generada por estos proyectos deba ser suplida por otras planas de generación, que utilizan combustibles fósiles como fuente energética principal.

La utilización de combustibles fósiles para genera la energía promedio anual; 38.25 GWh, tiene un impacto directo en la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera de 18,395 Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e).

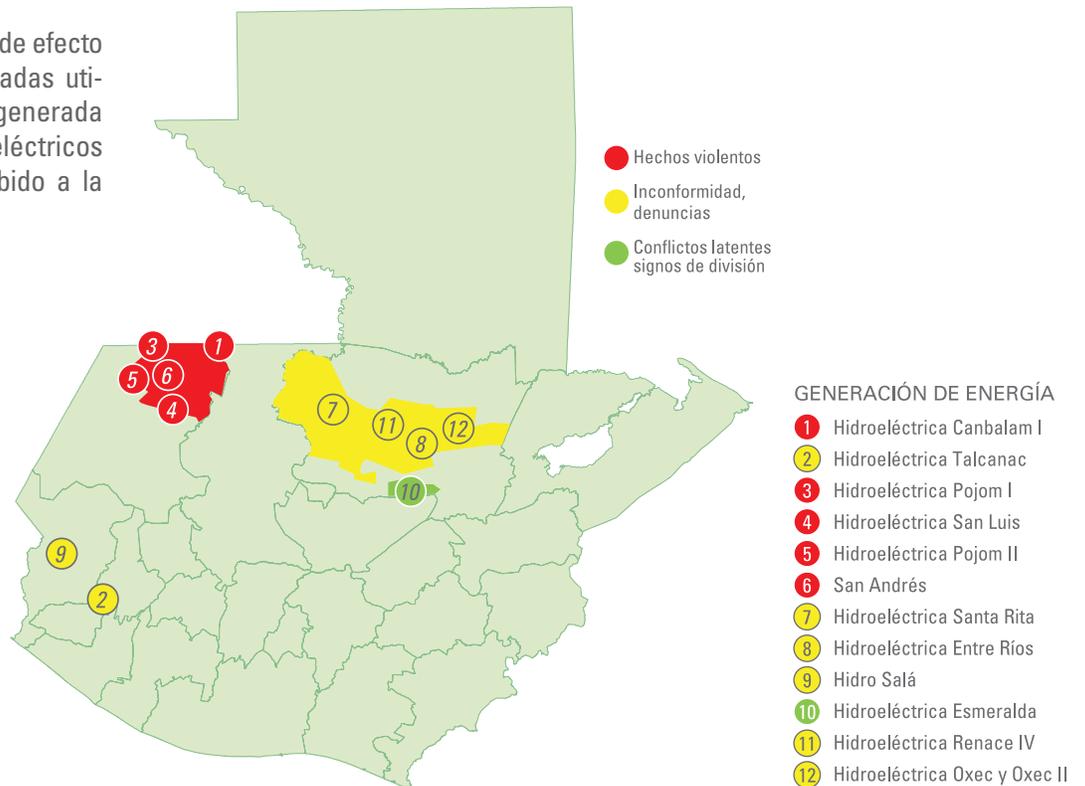
Gráfica 26: Emisiones de GEI por la energía eléctrica suplida por otras centrales a base de combustibles fósiles.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

Las emisiones de gases de efecto invernadero son calculadas utilizando la energía no generada por los proyectos hidroeléctricos fuera de operación debido a la conflictividad social.

Ilustración 11: Mapa de la conflictividad social para proyectos hidroeléctricos.



Fuente: Elaboración propia, Unidad de Desarrollo Sostenible, MEM.

Los procesos sociales son un factor considerable para garantizar la sostenibilidad social de los proyectos, al mismo tiempo que se protegen los derechos humanos y colectivos e integra la visión de los pueblos indígenas cercanos a los proyectos. El objetivo de la consulta es informar a las comunidades sobre un proyecto y conocer las preocupaciones que puedan tener al respecto, con el fin de alcanzar acuerdos y solución a dichas preocupaciones.

Es necesario establecer los procesos de consulta a los Pueblos Indígenas, por medio de sus instituciones representativas, cuando una medida legislativa o administrativa pueda afectarles directamente. En esta cuenta, este plan recomienda que los procesos administrativos de autorización deben ser revisados, a fin de integrar momentos para evaluar las posibles afectaciones a los pueblos indígenas y si resulta procedente, implementar la consulta de forma previa, especialmente cuando estos traten de autorizaciones mayores de 5 MW, pero también aplicando a los registros de hidroeléctricas relativamente pequeñas (menores de 5MW), por los antecedentes de conflicto que también se han presentado en estos proyectos.

Para cumplir con lo observado por el Convenio, la Consulta debe realizarse mediante un método consultivo que permita recoger fielmente las opiniones de la población, sujeta a consulta, y a través de procedimientos culturalmente adecuados. Requiere un verdadero diálogo (no una simple jornada de opiniones y/o sufragio) en donde las implicaciones de un proyecto extractivo o energético sean sometidas, con toda la información necesaria y pertinente, al análisis de las comunidades que se vean directamente influenciadas. Dicho proceso debe permitir la toma de decisiones con la participación de los actores legítimos involucrados, para así materializar y consumir plenamente los alcances que supone el derecho de consulta.

A fin de cumplir con la Consulta, se ha trabajado una guía metodológica para aplicar en proyectos energéticos, la cual se basa en los criterios contemplados en los documentos que hoy rigen la implementación de consultas en Guatemala: la Constitución de la República de Guatemala, el Convenio 169 de la OIT, la Declaración de Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, la Sentencia de la Corte de Constitucionalidad en el Caso Oxec (Expedientes 90-2017, 91-2017 y 92-2017), la Guía Operativa para la Implementación de la Consulta a Pueblos Indígenas, publicada a mediados del presente año por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

8.1.3.1 Metodología para establecer los procesos de consulta

La metodología definida contempla 8 fases integrando dicho proceso desde la previsión de afectaciones en los procesos de autorización o registro. Cada fase cumple una función específica que vela por los principios y enfoques establecidos en el Convenio 169 de la OIT. En su implementación impera el principio de la flexibilidad en tanto es una propuesta que debe adaptarse a las diferentes prácticas y costumbres de los Pueblos Indígenas.

Fase 1. Etapa Preparatoria

El Ministerio de Energía y Minas establece si la medida administrativa, que le compete impulsar o autorizar, es objeto de consulta de conformidad con los principios y derechos contenidos en el Convenio 169 de la OIT, la cual se determina a partir de: el análisis técnico del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y documentos propios del proyecto, la identificación de Pueblos Indígenas en el área y visitas al espacio geográfico donde se pretende implementar el proyecto.

Fase 2. Etapa de Convocatoria

En esta etapa se establece una comunicación de buena fe con los Pueblos Indígenas del área de influencia de los proyectos. Asimismo, se convoca a los representantes de los Pueblos Indígenas, instituciones gubernamentales, instituciones académicas y a la entidad titular del proyecto para participar en el proceso de Pre-Consulta.

Fase 3. Pre-Consulta: Formulación del Plan de Consulta

La Pre-Consulta permite construir de manera conjunta con los Pueblos Indígenas los mecanismos culturalmente adecuados, a través de los cuales se realizará la Consulta. El Plan de Consulta enunciará los procedimientos que de buena fe permitan la búsqueda de acuerdos, los medios eficaces para trasladar la información, los procesos para su evaluación, la forma de solución de posibles desavenencias y los tiempos para el desarrollo de la Consulta.

Fase 4. Información del Proyecto

El Ministerio de Energía y Minas traslada toda la información, que de forma oportuna y según los mecanismos establecidos en la fase de Pre-Consulta, permita a los Pueblos Indígenas conocer y comprender el proyecto y todas sus implicaciones para poder evaluar si existen afectaciones a sus derechos colectivos.

Fase 5. Análisis de la Información

Se facilitarán las condiciones para que los Pueblos Indígenas, a través de sus representantes, analicen el proyecto, presenten sus preocupaciones y evalúen las posibles afectaciones en el ámbito social, cultural, ambiental y económico. Asimismo, este paso tiene como objetivo que los Pueblos Indígenas den a conocer información sobre sus formas de vida y costumbres que permita al Ministerio de Energía y Minas proponer medidas a la entidad titular del proyecto, a fin de proteger los derechos colectivos de los Pueblos Indígenas.

Fase 6. Diálogo Intercultural

Se propicia un proceso de diálogo con la finalidad que el Ministerio de Energía y Minas, la entidad titular del proyecto y los Pueblos Indígenas puedan alcanzar acuerdos en torno al proyecto consultado, e integrar de manera efectiva los planteamientos de los Pueblos Indígenas, previo a la autorización del proyecto.

Fase 7. Conclusiones y Acuerdos

Se definirán, firmarán y socializarán los acuerdos derivados del proceso de diálogo y negociación. Los acuerdos alcanzados serán de carácter obligatorio para todas las partes.

Fase 8. Definición de Garantías de Cumplimiento

Se establecen los mecanismos que permiten monitorear y evaluar el cumplimiento de los acuerdos promoviendo un diálogo continuo y de buena fe entre el Ministerio de Energía y Minas, la entidad titular del proyecto y los Pueblos Indígenas.

8.1.4 Acción 4. Promoción del Decreto 52-2003

La Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto 52-2003) es una ley que fue creada para promover en forma activa el desarrollo y aprovechamiento efectivo de los recursos energéticos renovables de Guatemala. Esta ley, permite a mediano y largo plazo alcanzar un desarrollo continuo de los recursos, logrando un equilibrio de generación de energía entre las distintas fuentes de energía, lo cual repercute en una mejora de calidad ambiental y promueve la participación de inversionistas nacionales y extranjeros que se interesan en desarrollar proyectos de energía renovable, en las siguientes tecnologías: energía solar, energía eólica, la hidroenergía, la energía geotérmica, la biomasa, la energía de las mareas y otras que sean calificadas por este Ministerio de Energía y Minas.

El objetivo principal de esta ley es promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Además esta ley brinda certeza jurídica, otorga garantías legales, transparencia e incentivos fiscales en las diferentes etapas de un proyecto que haya sido calificado como un proyecto de energía renovable, (Etapas pre inversión, ejecución y operación).

La ley permite que las municipalidades, el Instituto Nacional de Electrificación –INDE- empresas mixtas, y las personas individuales y jurídicas realicen proyectos de energía con recursos energéticos renovables, los cuales gozaran de los siguientes incentivos:

1. Exención de derechos arancelarios para las importaciones incluyendo el Impuesto al Valor Agregado –IVA- cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable.

Previamente a la importación de la maquinaria y equipo que sean necesarios para desarrollar los proyectos de energía renovable, en cada caso las personas individuales y jurídicas que los realicen deberán solicitar la aplicación de la exención a la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT- quien se encargará de calificar y autorizar la

importación. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva durante el periodo de pre-inversión y el periodo de construcción, el cual no excederá de diez años.

2. Exención del pago de Impuesto Sobre la Renta, -ISR- el cual tendrá una vigencia exclusiva de diez años, los cuales iniciaran a partir de que el proyecto empiece el periodo de operación.
3. Exención del Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias –IEMA- el cual tendrá una vigencia de 10 años a partir de que el proyecto empiece el periodo de operación.
4. Certificado de reducción de emisiones. Estos certificados de reducción de emisiones pertenecen a los propietarios de los proyectos, quienes de esa forma se benefician de la comercialización de los mismos. Estos certificados serán emitidos por el órgano competente de conformidad a la cuantificación de las emisiones reducidas o desplazadas por el proyecto.

El Ministerio de Energía y Minas -MEM- por medio de la Dirección General de Energía -DGE- tiene personal altamente calificado en las áreas jurídica y técnica quienes se encargan del análisis de todos los expedientes que ingresan solicitando ser calificados bajo el Decreto 52-2003.

La ley en sí, también ha ayudado indirectamente a generar fuentes de empleo y a reactivar la economía local formal e informal, ya que cada vez que una empresa ve la posibilidad de beneficiarse ante el Decreto 52-2003 y decide realizar proyectos de energía renovable, necesitan personal técnico calificado y no calificado para la construcción de las obras, con esto se crean nuevas fuentes de empleo.

8.1.5 Acción 5. Adición de Generadores Distribuidos Renovables y Plantas No Convencionales

La Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios Auto-productores con Excedentes de Energía -NTGDR- fue aprobada por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- (ente regulador del sector eléctrico guatemalteco) el 25 de agosto de 2014 por medio de la Resolución CNEE-227-2014, y entró en vigencia el 5 de septiembre del mismo año. La Norma dice: “Generación

Distribuida Renovable es la modalidad de generación de electricidad, producida por unidades de tecnologías de generación con recursos renovables, que se conectan a instalaciones de distribución cuyo aporte de potencia neto es inferior o igual a cinco megavatios (5 MW).”

Al igual que la Acción 1, esta acción refleja la importancia del cumplimiento de los objetivos de la Política Energética 2013-2027 y la priorización sectorial de acciones en el marco de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones.

La adición de nuevas centrales de generación que utilicen los recursos energéticos renovables; tales como el recurso hídrico, la energía solar, eólica y el potencial de la biomasa ayudarán a cubrir la demanda de energía eléctrica hacia el año 2032.

El empleo de plantas Generadoras Distribuidas Renovables –GDR-, para incorporarse al sistema eléctrico nacional presenta numerosas ventajas técnicas, económicas y medioambientales; dentro de las cuales podemos mencionar:

- Aumento de la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica, debido a que se reducen las probabilidades de fallas por sobrecargas en las líneas de transmisión al disminuir su porcentaje de uso.
- Las GDR ayudan en la demanda de horas pico, debido a que un aumento en la demanda no se compensaría a través de grandes plantas, ya que las GDR son más apropiadas para responder a dichos cambios en la demanda.
- La adecuada ubicación de los GDR reduce el flujo de potencia que conlleva a la disminución de pérdidas de energía y a la mejora de la calidad de voltaje, lo cual conlleva a una mejor eficiencia en las redes de distribución y transmisión.
- Los GDR proporcionan flexibilidad al sistema eléctrico de distribución. Esto implica una instalación sencilla y en corto tiempo. Así también, proporciona una gran ventaja en el funcionamiento y en el mantenimiento del sistema.
- Pueden suministrar los aumentos de carga local necesarios, instalándolos en lugares determinados, por lo que pueden reducir o evitar la construcción de nuevas líneas de transmisión y distribución y mejorar los sistemas eléctricos existentes.

- Instalar plantas GDR reduce la construcción de centrales eléctricas convencionales, lo cual reduce los costos, y derivado de la implementación de GDR, permite reducir el precio de la electricidad.
- Se reducen los costos de operación y mantenimiento de las plantas debido al tamaño de la construcción.
- Los GDR pueden acoplarse gradualmente al sistema y suministrar la demanda exacta que necesite el cliente.
- En comparación con centrales grandes, requieren tiempos de instalación menores, menores inversiones, y por lo tanto, menores riesgos financieros.
- Participación de un mayor número de pequeñas y medianas empresas locales en el negocio de la generación de electricidad, ya que regularmente la generación, en escala convencional, ha estado limitada a empresas extranjeras multinacionales de gran capital.
- El uso de centrales GDR reduce la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera.
- La ventaja económica de la reducción en la construcción de líneas de transmisión y centros de transformación, implica una disminución del impacto visual, una mejor aceptación social y menores inversiones.

Como conclusión, las centrales GDR poseen una opción de mayor valor añadido que las grandes centrales productoras de electricidad, además de que las zonas para las grandes centrales cada vez son más escasas y la construcción de las mismas conlleva a conflictos sociales.

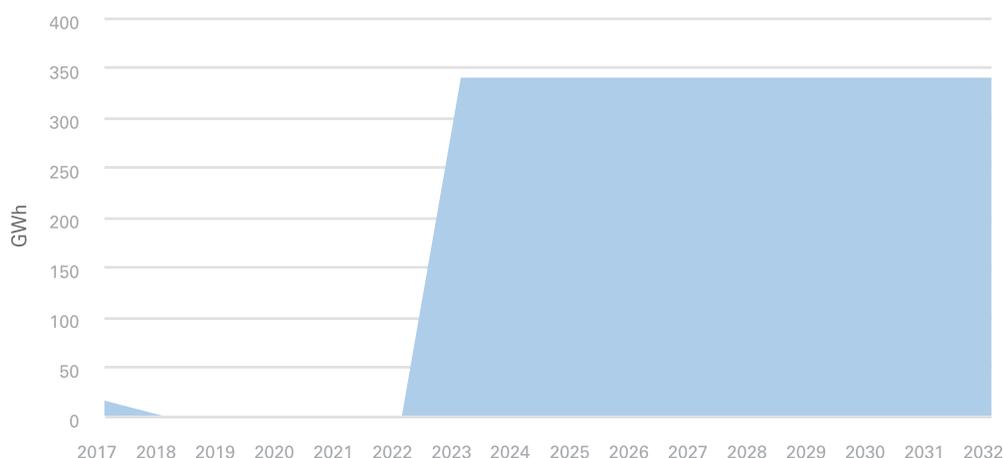
De acuerdo a la información disponible en la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas, la nueva potencia instalada de generación eléctrica que se incorporará a corto plazo al parque de generación por medio de los GDR será de 128.38 MW.

La adición de nueva potencia GDR se distribuirá de la siguiente manera:

Tabla 9:
Plantas Candidatas GDR y No convencionales por tipo de recurso.

Recurso	Cantidad	MW
Agua (GDR)	41	87.68
Sol	1	1.5
Viento	1	31.5
Biomasa	5	7.7
TOTAL	48	128.38

Fuente: Elaboración propia, MEM.



La adición de las centrales GDR y plantas no convencionales generarán un estimado de 339.83 GWh de energía al año a partir del año 2022.

Gráfica 27:
Energía Eléctrica generada por las Plantas candidatas GDR y No Convencionales al año 2032.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

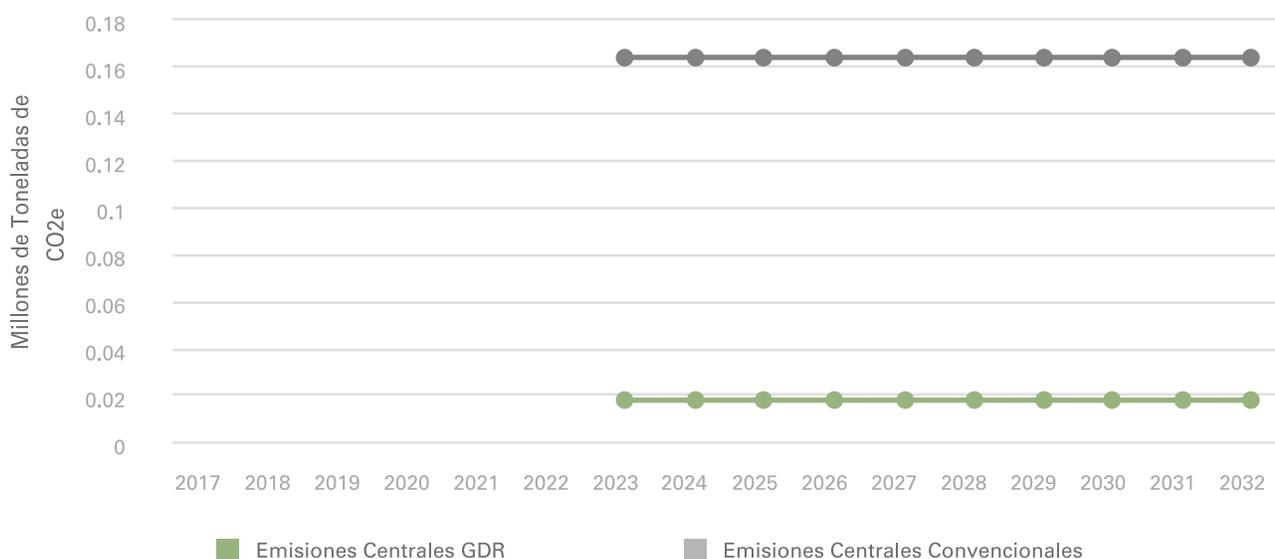
Es importante señalar que esta energía es generada con base al aprovechamiento de los recursos renovables que no generan emisiones de GEI; a excepción de las emisiones de CH₄ y N₂O generadas por la quema de la biomasa, los cuales son considerados gases de efecto invernadero.

La adición de las centrales GDR al sistema eléctrico permitirán entregar energía base a al suministro de la demanda nacional, que reducirán emisiones de GEI en 0.146 Millones de Toneladas de CO₂e, en comparación al mismo suministro de energía entregado por centrales convencionales.

Las emisiones representadas en la gráfica representan los gases CH₄ y N₂O, provenientes de la quema de la biomasa, expresados en Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e).

Gráfica 28:

Emisiones de GEI para la energía suministrada por centrales GDR y su comparación con centrales convencionales.



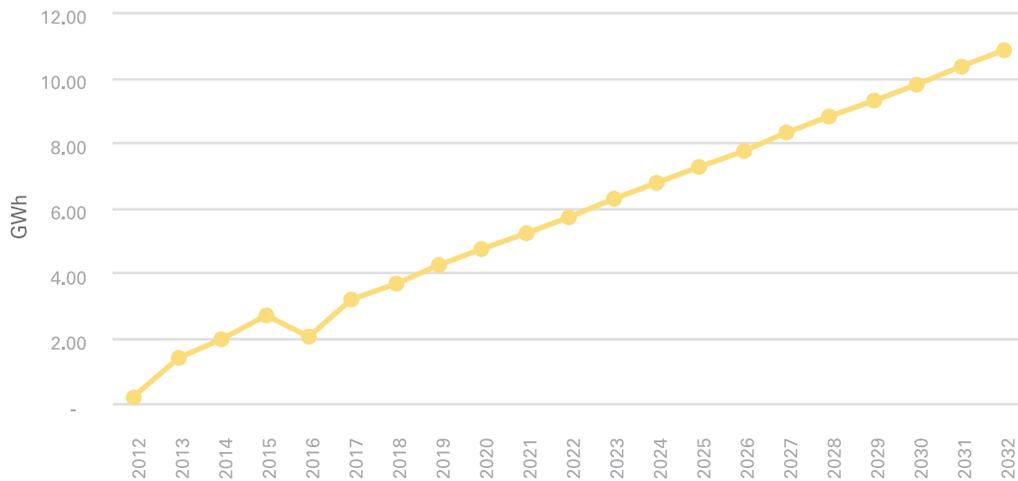
Fuente: Elaboración propia, MEM.

8.1.6 Acción 6. Usuarios Auto-productores con Excedentes de Energía

La resolución CNEE 227–2014, le da vida a la Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios Autoprodutores con Excedentes de Energía. En su Artículo 36, se lee literalmente: “...**Autorización para Usuarios Autoprodutores con Excedentes de Energía.** En el caso de Usuarios Autoprodutores que cuenten, dentro de sus instalaciones de consumo, con excedentes de energía renovable para inyectarla al Sistema de Distribución, pero que manifiesten expresamente que no desea participar como vendedores de energía eléctrica, deberán informar al Distribuidor involucrado de tal situación...Cumplido este requisito podrán operar en esta modalidad...”

El crecimiento de los usuarios auto-productores de energía ha tenido un importante aumento en su participación dentro del sector residencial al generar energía eléctrica para el autoconsumo, lo cual genera un impacto directo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los estudios realizados indican que para el año 2032, estos usuarios tendrán una capacidad instalada de 12.56 MW que generará 10.86 GWh anuales.

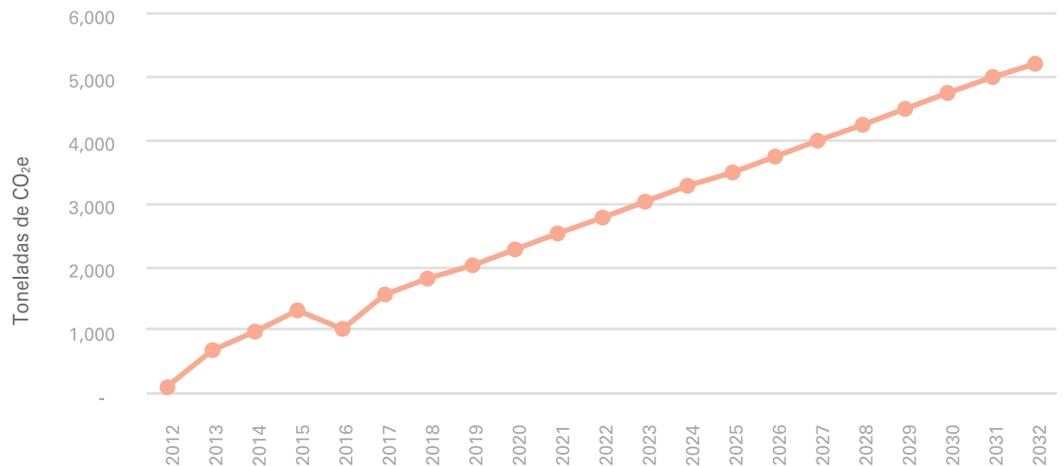


Gráfica 29:
Energía generada por los UAEE.

Fuente: Elaboración propia, MEM con datos aportados por la CNEE.

Este aumento en la participación de UAEE da como resultado 5,222 Toneladas de CO₂e evitadas debido a la reducción de consumos de energía eléctrica.

Gráfica 30:
Emisiones de GEI evitadas por los UAEE.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

8.1.7 Acción 7. Reducción del Consumo de Leña

La leña es el energético de mayor demanda en Guatemala, alcanzando en el 2016 el 55% del total del consumo energético; la mayor utilización del consumo de leña se da en las áreas no electrificadas así como en los hogares o familias más pobres del país, en los cuales utilizan la leña principalmente para la cocción de alimentos. El uso no regulado de leña y las condiciones no adecuadas provocan un incremento significativo en las emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) y Monóxido de Carbono (CO), lo cual representa un aumento en las concentraciones de GEI y un impacto en la salud para quienes respiran estos gases.

Según estudios realizados por en municipios de Huehuetenango, por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, se estima que 1, 992,430 de hogares utilizan leña como energético y lo que representa, aproximadamente, un consumo de 9,274.64 Kg de leña por familia al año.

Tabla 10:
Proyección de los consumos de leña, utilizado como energético.

Año	Consumo Ton / Año
2016	18,479,071
2017	18,852,348
2018	19,225,625
2019	19,598,903
2020	19,972,180
2021	20,345,457
2022	20,718,734
2023	21,092,012
2024	21,465,289
2025	21,838,566
2026	22,211,843
2027	22,585,121
2028	22,958,398
2029	23,331,675
2030	23,704,952
2031	24,078,229
2032	24,451,507
TOTAL	364,909,910

Fuente: Elaboración propia, MEM.

Las proyecciones del consumo de leña fueron realizadas en base al consumo de leña utilizado como energético, obtenido de los estudios realizados en los municipios de Huehuetenango, hacia el año 2032.

El Ministerio de Energía y Minas, interesado en mejorar la eficiencia del sector energético propicia el fortalecimiento a través de la creación de una Comisión Interinstitucional para el uso sostenible de leña, la cual surge como resultado de la Estrategia Nacional para el uso sostenible de leña y así poder contar con un mecanismo técnico y político interinstitucional para el diálogo, el consenso, la coordinación, la planificación e implementación de programas, proyectos e iniciativas públicas, orientadas a garantizar el uso sostenible de leña en el país, en el contexto de lo establecido en la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013 del Congreso de la República).

El Quinto Eje de la Política Energética 2013-2027 del Ministerio de Energía y Minas, se establece la reducción del uso de leña en el país, cuyo objetivo es promocionar el incremento del uso de estufas ahorradoras de leña, disminuir el uso de leña en industrias, fomentar el uso de plantaciones energéticas o bosques energéticos para fines industriales y sustituir el uso de leña por otras fuentes energéticas en los hogares.

Así mismo, establece como una de las metas a largo plazo promocionar la implementación de 100,000 estufas ahorradoras; dentro de dicho proyecto se involucrarán tanto instituciones públicas como privadas.

Lo estudios en el área de Huehuetenango, indican que la implementación de estufas ahorradoras mejoran la eficiencia del consumo de leña de 8% a 48%, reduciendo los consumos de este energético y proporcionando mejoras en la salud de las familias que lo utilizan.

El implementar las estufas ahorradoras ayudara a disminuir el consumo de leña total que utiliza la población guatemalteca en las diferentes actividades diarias de uso residencial. A continuación se presenta la tabla que muestra la proyección del consumo total de leña, implementando las estufas ahorradoras:

Tabla 11:
Consumo de leña promocionando las estufas ahorradoras.

Año	Consumo Ton / Año
2016	17,551,607
2017	17,924,883
2018	18,298,160
2019	18,671,436
2020	19,044,713
2021	19,417,989
2022	19,791,266
2023	20,164,542
2024	20,537,818
2025	20,911,095
2026	21,284,371
2027	21,657,648
2028	22,030,924
2029	22,404,201
2030	22,777,477
2031	23,150,754
2032	23,524,030
TOTAL	349,142,914

Fuente: Elaboración propia, MEM.



FOTO: WWW.FLICKR.COM/PEOPLE/DISENOLIBRE

El estudio demuestra que la reducción en el consumo de leña, para el año 2032, será de 15, 766,996 Toneladas de Leña, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12:
Tabla de comparación y reducción de leña.

Proyección Consumo de Leña para el Año 2032 (Ton)	
Sin Estufas Ahorradoras	Con Estufas Ahorradoras
364,909,910	349,142,914
Reducción de Consumo de Leña	
15,766,996	

Fuente: Elaboración propia, MEM.

La siguiente grafica muestra la comparación de la proyección de consumo de leña sin implementar las estufas ahorradoras e implementando las estufas ahorradoras.

Gráfica 31:
Comparación de los consumos de leña implementando estufas ahorradoras.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

Esta reducción de 15, 766,996 Toneladas, en el consumo de leña, reduciría las emisiones de gases de efecto invernadero en 203,715 Toneladas de CO₂e, para el año 2032.

El Plan Nacional de Eficiencia Energética deberá incluir los lineamientos estratégicos sectoriales identificando metas de ahorro energéticas utilizando mecanismos para el uso eficiente y productivo de la energía.

8.2 Segundo Eje: Eficiencia y Ahorro Energético

El segundo eje de este plan, fortalece los objetivos y acciones del cuarto eje de la Política Energética 2013-2027, para fomentar el uso eficiente de los consumos energéticos en los sectores residencial, comercial, institucional y comercial del país. El plan también hace énfasis en los mecanismos de implementación existentes y nuevas metodologías para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.

8.2.1 Acción 1. Plan Nacional de Eficiencia Energética

El Ministerio de Energía y Minas, en cumplimiento al cuarto eje de la Política Energética 2013-2027: "Ahorro y Uso Eficiente de la Energía" elaborará el Plan Nacional de Eficiencia Energética con la finalidad proveer los lineamientos que fomenten el ahorro y uso eficiente de la energía.

8.2.2 Acción 2. Eficiencia y Ahorro Energético en el Alumbrado Público

En el Código Municipal (Decreto 12-2002 del Congreso de la República), se establece que el abastecimiento y regulación de Alumbrado Público es competencia propia del municipio, además, en el artículo 72 del mencionado Código, se indica que el municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales, dentro de los cuales se incluye el Alumbrado Público, por lo tanto tiene la atribución para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas.

Para inicios del año 2017, se contabilizan 570,990 luminarias de diferentes potencias, para el servicio de alumbrado público a nivel nacional. Las luminarias se distribuyen en tres tipos de tecnologías principales, como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla 13:

Distribución de las Tecnologías de Luminarias para el Alumbrado Público a Nivel Nacional.

Año	LED	Sodio	Mercurio	Otros
2017	18%	23%	44%	15%

Fuente: Elaboración propia, MEM con información de las distribuidoras de energía eléctrica.

El gasto energético nacional por concepto de alumbrado público es de 463.4 GWh al año. Por lo tanto, para reducir los consumos de energía eléctrica y los costos asociados al pago de la energía, este plan propone un realizar cambios en la utilización de tecnologías para alumbrado público, aumentando la participación de la luminarias LED de un 18% a un 65%, las luminarias de Sodio de un 23% a un 25% y reducción de la participación de las luminarias de Mercurio de 44% a un 25%.

Tabla 14:

Cambio en la participación de tecnologías para alumbrado público.

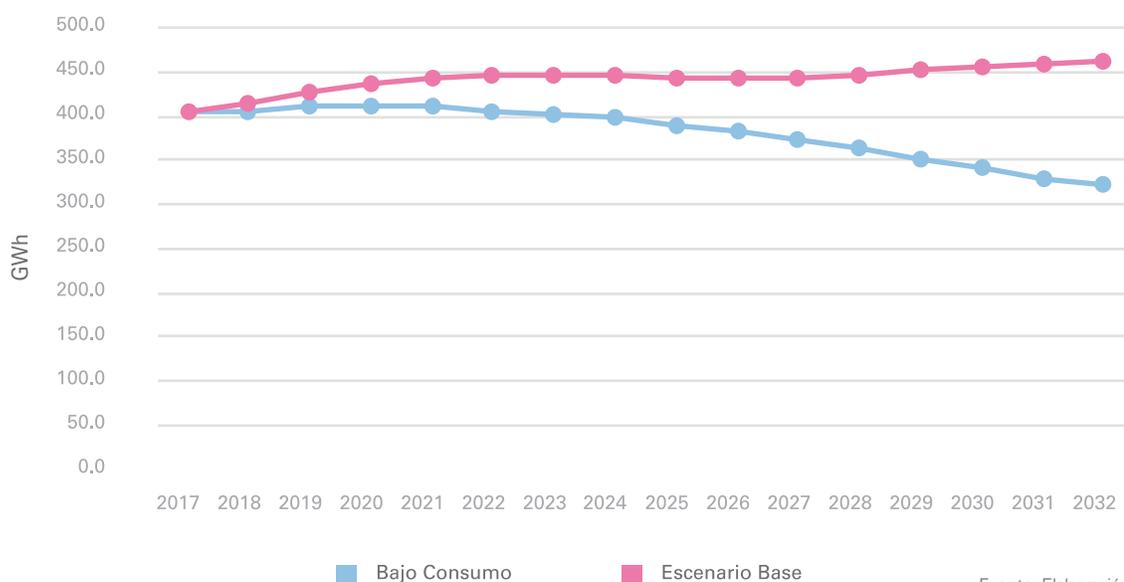
Escenario	LED	Sodio	Mercurio	Otros
Bajo Consumo	65%	25%	10%	0%

Fuente: Elaboración propia, MEM.

La siguiente gráfica muestra la reducción de consumos según los estudios realizados por el MEM para el alumbrado público, promoviendo un uso eficiente de la energía.

Gráfica 32:

Reducción de Consumos de Energía en Alumbrado Público por Cambio de Tecnologías.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

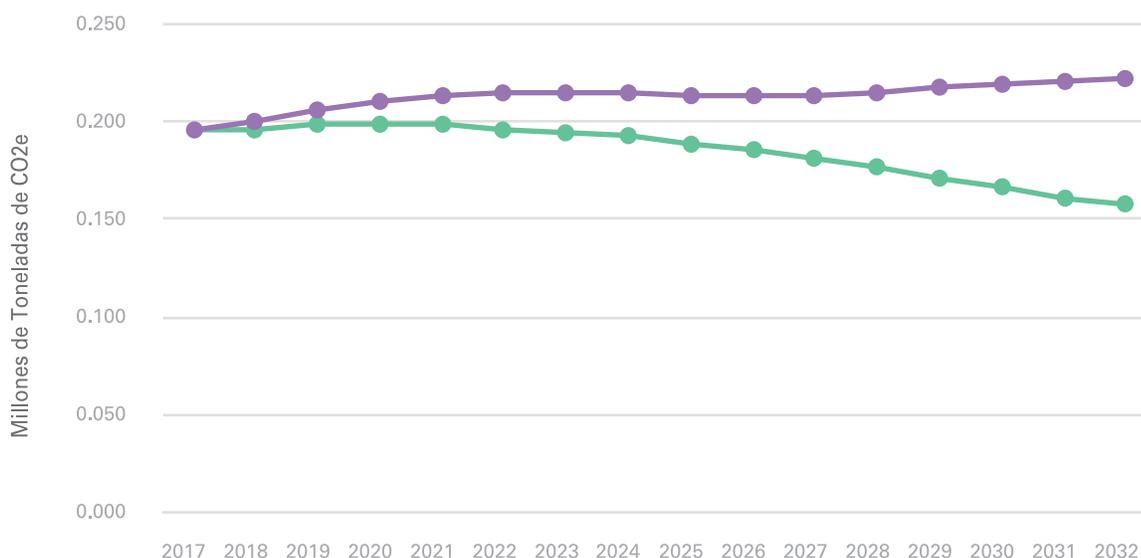
Este cambio provocaría una reducción de consumos de 142.1 GWh para el año 2032, lo cual tendría como consecuencia directa una reducción en los costos por el pago de energía eléctrica asociados a este servicio a nivel nacional.

Es importante destacar que los estudios técnicos no establecen un cambio de 100% de luminarias por tipo LED, ya que eso incrementaría los costos de operación y mantenimiento haciendo que el proyecto no fuera viable económicamente. Al buscar que las luminarias tipo LED únicamente sean el 65% del total, se debe a que se busca un equilibrio técnico y económico para para que esta acción pueda ser implementada.

La realización del cambio y sustitución de tecnologías por lámparas de alta eficiencia en el alumbrado público, provocarían una reducción de consumo de energía de 142.1 GWh para el año 2032, con lo que se reducirían las emisiones de Gases de efecto invernadero asociadas en 68,335 Toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

Gráfica 33:

Reducción de emisiones de GEI debido al cambio de tecnologías para el alumbrado público.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

8.2.3 Acción 3. Modelos de Financiamiento para Proyectos de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Actualmente a nivel Nacional, regional e Internacional, existen programas de cooperación y financiamiento para proyectos de energías renovables y eficiencia energética a los cuales se puede acceder ya que Guatemala pertenece a los países suscritos al apoyo internacional para la mitigación del cambio climático. Entre los cuales se pueden mencionar:

- **The Energy and Environment Partnership Program (EEP)** que es un programa de asociación para la energía y el medio ambiente financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia que promueve las inversiones en energías renovables, eficiencia energética y tecnologías limpias proporcionando servicios energéticos sostenibles y mitigación ante los efectos del cambio climático.

El EEP tiene operaciones en cinco regiones estratégicas entre las cuales se encuentra Guatemala y Centro América pudiendo obtener financiamiento para los nuevos proyectos de energías renovables y eficiencia energética con financiamientos máximos de 200,000 euros.

- **Energy Service Companies (ESCOS)** Son empresas de servicios energéticos que diseñan, desarrollan, instalan y financian proyectos de eficiencia energética, cogeneración y aprovechamiento de energías renovables con el objetivo de reducir costos operativos asumiendo los riesgos técnicos asociados al proyecto.

Al implementarse un proyecto y durante un tiempo menor a la vida útil del proyecto, los ahorros son compartidos entre el usuario y la ESCO hasta la recuperación de la inversión para que posteriormente todos los ahorros generados sean para el usuario de energía.

- **Fondos Nacionales e Internacionales para Cambio Climático En Guatemala existe el Fondo Nacional de Cambio Climático (FONCC)** creado según la ley marco de cambio climático, decreto 7-2013, donde los recursos financieros son provenientes de fuentes públicas y privadas.

Paralelamente también existen fondos internacionales para el financiamiento mundial de acciones de adaptación y mitigación que surgieron en las negociaciones del Protocolo de Kioto y de la COP17. (Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático-SGCCC, 2017)

Entre los fondos internacionales importantes se puede mencionar:

- **Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)**
 - **Fondo Verde para el Clima (FVC)**
 - **Fondo de Adaptación** y los certificados de reducción de emisiones (CER's) emitidos por los proyectos del **Mecanismo de Desarrollo Limpio.**
- **NAMAS** de Eficiencia Energética (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas) diseñados para los países en desarrollo para indicar las acciones de mitigación. Estos fondos están dispuestos como parte de su contribución al esfuerzo global y para cualquier actividad que demostrablemente contribuya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las NAMAs pueden ser políticas dirigidas al cambio o transformación del sector económico, o acciones a través de varios sectores para un enfoque nacional más amplio. Son apoyados y habilitados por la tecnología, el financiamiento y la creación de capacidades, y su función es lograr una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en relación con las emisiones "business-as-usual" en el año 2020 como se establece en la Contribución Nacional Determinada -NDC-.

Las NAMAs pueden ser financiadas a nivel nacional o con el apoyo de los distintos países donantes a nivel internacional, que además de los recursos financieros puede aplicar para la asistencia tecnológica y creación de capacidades. Al registrar una NAMA con la Secretaría de la CMNUCC, los países pueden obtener reconocimiento internacional por su acción contra el cambio climático y pueden atraer apoyo internacional adicional para diversos proyectos enfocados en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Banca Nacional.** En Guatemala ya es posible obtener líneas de crédito a través de algunos bancos del sistema bancario nacional que impulsan nuevas herramientas para la generación de energía eléctrica por medio de paneles solares bajo la figura de Leasing (alquiler de bienes).

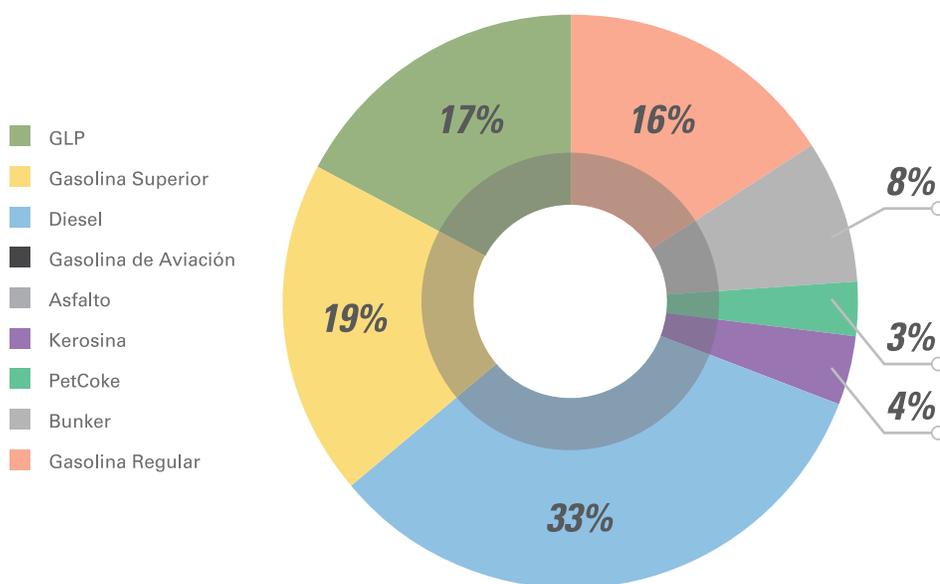
Se trata de un sistema de financiamiento que se destina a empresas y profesionales para la adquisición de vehículos, maquinaria, equipos industriales o de cómputo donde se incluyen paneles solares y otros destinados a la generación de energía eléctrica, promoviendo los incentivos del ahorro económico de la disminución de los consumos energéticos y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.

8.2.4 Acción 4. Control y Calidad de las importaciones de Combustibles

En cumplimiento y seguimiento a lo establecido en el segundo eje de la política energética, el cual consiste en dar seguridad del abastecimiento de combustibles a precios competitivos en el país, el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Hidrocarburos realiza el Monitoreo y fiscalización, realizada por personal capacitado con el fin de que ingresen al país combustibles de calidad, además realiza informes periódicos obligatorios proporcionados por las compañías de la cadena de comercialización, así la publicación de datos proporcionados por instituciones relacionadas al sector de hidrocarburos.

Derivado de lo anterior en el cumplimiento del fortalecimiento y el control así como la fiscalización de los actores de la cadena de comercialización de combustibles, se tiene que el país es netamente importador de combustibles derivados del petróleo. En el primer trimestre del año 2017 se importaron al país 9, 545,957.10 barriles de productos petroleros, de la cual la mayoría proviene de los Estados Unidos Americanos.

De lo cual los productos más importados son: el combustible Diesel, la gasolina superior, el gas licuado de petróleo – GLP- y la gasolina regular, en la siguiente grafica se muestran los diversos productos importados derivados del petróleo.



Gráfica 34:
Importación de Productos Petroleros durante el año 2016.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

El monitoreo y fiscalización de los hidrocarburos permitirá el ingreso de combustibles fósiles de mejor calidad que favorecen a reducir las emisiones de GEI, principalmente de Monóxido de Carbono (CO) potencialmente dañinos para la salud humana y el medio ambiente.

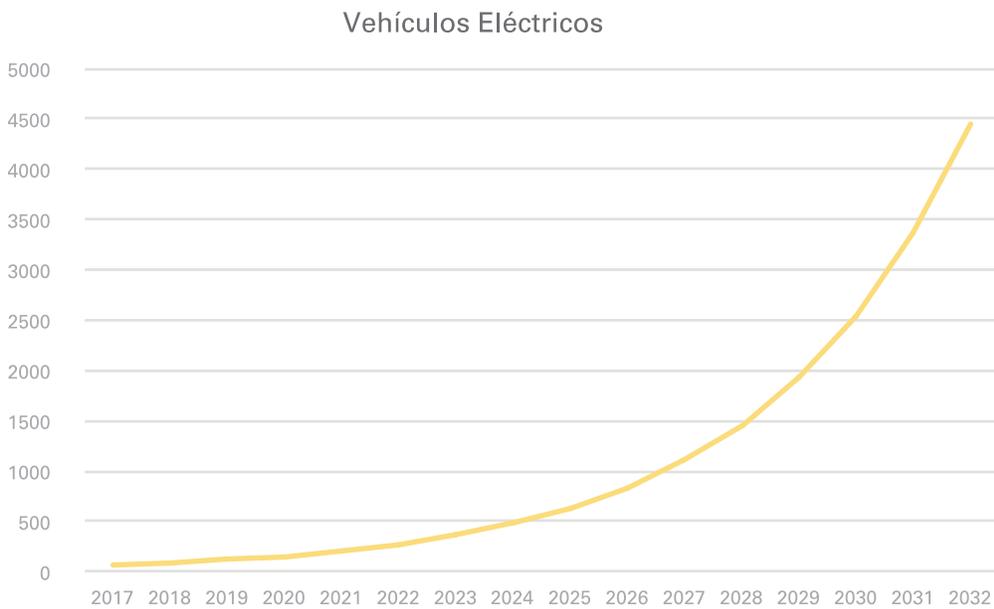
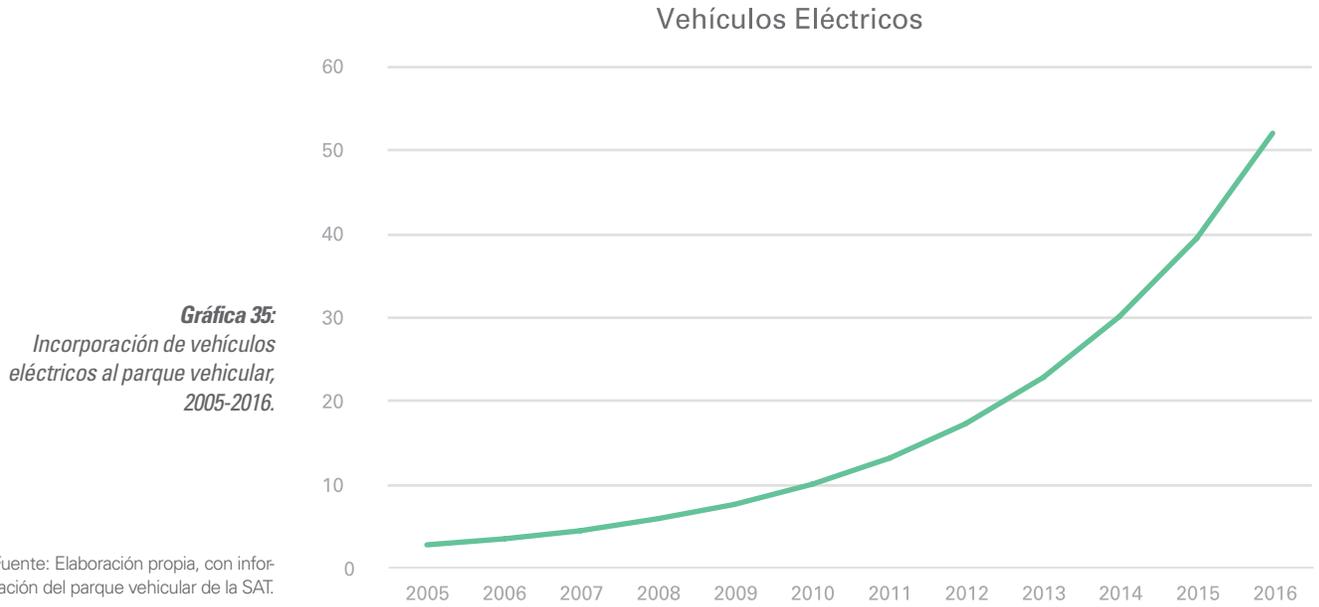
8.2.5 Acción 5. Incorporación de los Vehículos Eléctricos y GLP al parque vehicular.

Actualmente, los vehículos de gasolina de uso particular redondean un cilindraje promedio de 1,780.00 Centímetro Cúbicos, requiriendo un consumo aproximado de 1.92 galones de gasolina para recorrer 100 kilómetros dentro de zonas urbanas; lo que equivale a 68.22 kWh por cada 100 kilómetros recorridos a una velocidad promedio de 60 km/h.

Por otro lado, los vehículos eléctricos que circulan dentro del territorio Nacional, están demandando una energía promedio de 1.44 kWh por cada 100 kilómetros recorridos a una velocidad promedio de 60 km/h.

Esta diferencia de consumos radica en los aspectos constructivos y en la capacidad de transporte de personas por cada tipo de vehículo; los vehículos de gasolina tienen una capacidad promedio de 4.33 personas -estadística elaborada con datos del año 2016-, mientras que los vehículos eléctricos tienen una capacidad promedio de 2.91 personas.

La información descrita anteriormente, da la pauta de que el transporte urbano particular con la tecnología actual, emplea más energía de la necesaria para transportar a una persona dentro de zonas urbanas; es decir, su gasto energético es mayor, para un mismo trabajo realizado.



En el año 2005 se tenían registrados dentro la base de datos del parque vehicular de Guatemala únicamente 2 vehículos eléctricos, mientras que en el año 2016 ya se contabilizaban 52 unidades.

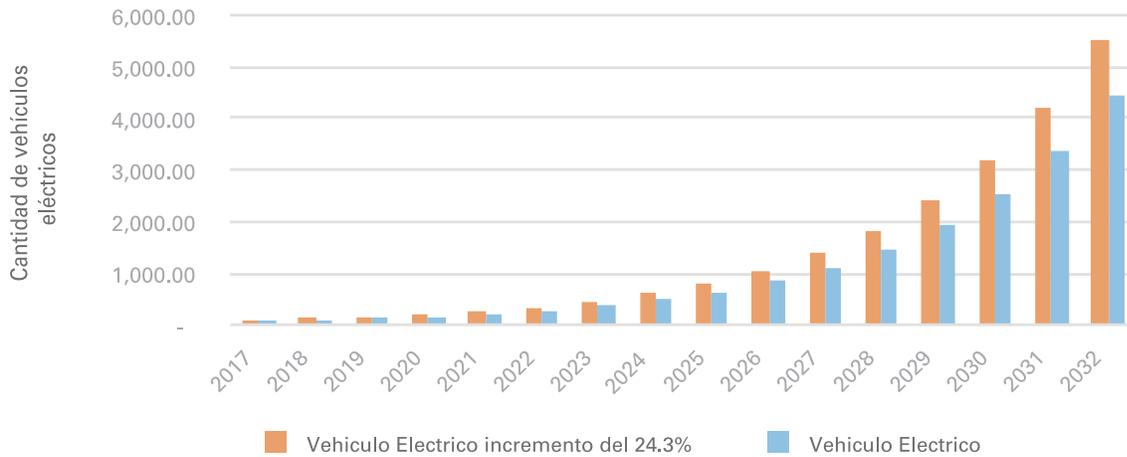
Gráfica 36:
Proyección de las unidades de vehículos eléctricos, 2017-2032.

Fuente: Elaboración propia.

Con base a la tendencia incremental de la adquisición de vehículos eléctricos, se calcula que para el año 2032 circulen 4,447 de estas unidades dentro del territorio Nacional.

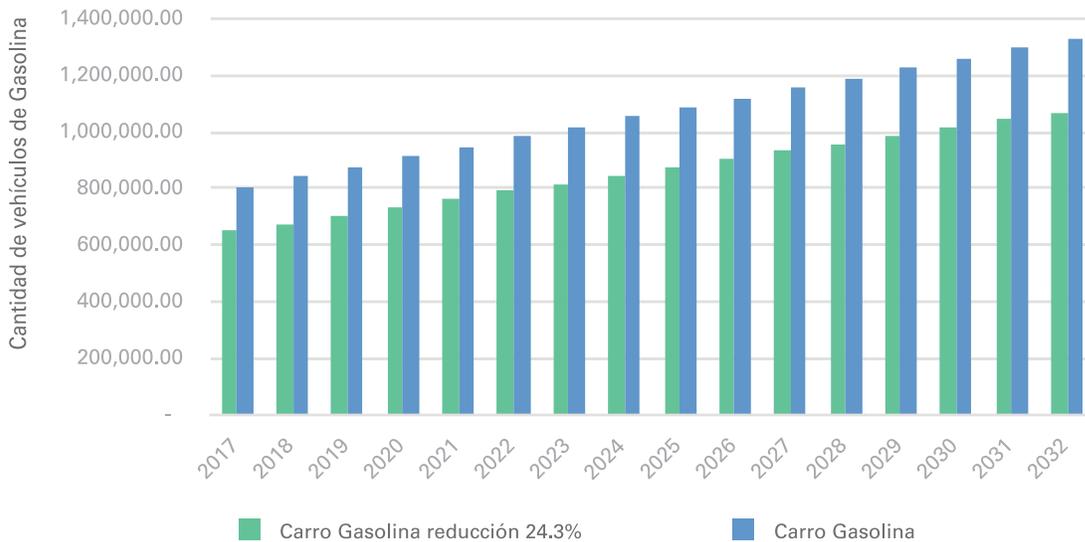
Si la tasa de inserción de vehículos eléctricos al parque vehicular de Guatemala logra ser más rápido, aumentando hasta un 24.3% más, y que a la vez la tasa de inserción de vehículos de gasolina desacelere en la misma proporción, para el año 2032 se estaría dando el siguiente comportamiento:

Gráfica 37:
Crecimiento de Vehículos eléctricos y su potencial crecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 38:
Crecimiento de Vehículos eléctricos y su potencial crecimiento.

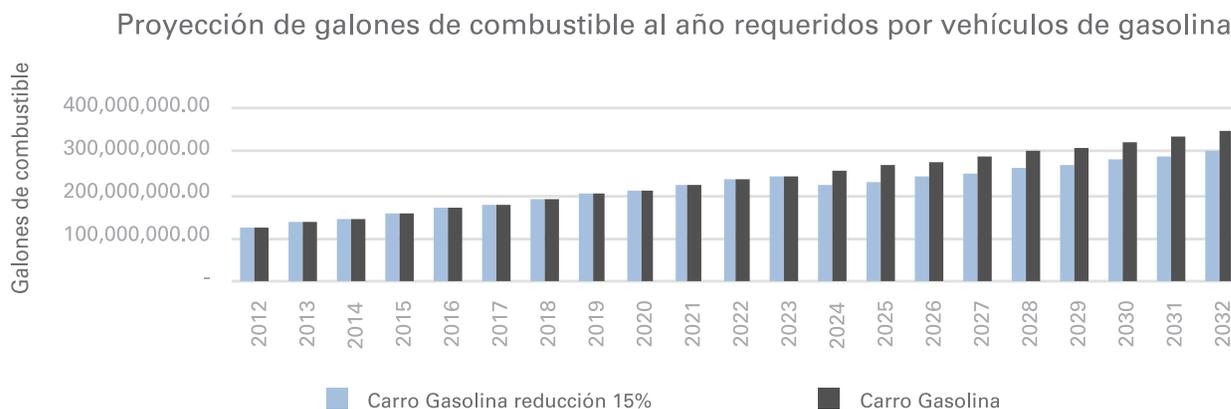


Fuente: Elaboración propia.

Se prevé que para el año 2032 la cantidad total de vehículos de gasolina que recorren dentro de zonas urbanas demandarán 423, 470,345.20 Galones de gasolina, que equivale a una demanda de energía total de 15,037.01 GWh, mientras que la cantidad total de vehículos eléctricos demandarán una energía total de 0.000064 GWh. Esta información es directamente proporcional a la participación de cada uno de los tipos de tecnologías dentro del parque vehicular Nacional.

Gráfica 39:

Proyección de galones de combustible requeridos por vehículos de gasolina.



Sin embargo, con la relación del 24.3% descrita anteriormente, la demanda de combustible sería de 340,684,107.16 galones de gasolina, que equivalen a una energía total de 12,097.35 GWh, y la demanda de la cantidad incrementada de vehículos eléctricos sería de 0.000074 GWh. Logrando evitar una emisión de gases de efecto invernadero, en 0.88 Toneladas CO₂e por consumo de combustibles, al año 2032.

Otra alternativa es la utilización de vehículos híbridos GLP-Gasolina, ya que según los estudios de intensidad energética realizados para efectos de este plan, demuestran que el rendimiento en galones de GLP consumidos por cada 100 kilómetros recorridos, se considera que reduce la eficiencia de los motores entre un 11% a un 25% con respecto a la eficiencia del mismo motor haciendo uso de gasolina, sin embargo esta reducción de eficiencia se compensa con el ahorro económico que se da al comprar GLP.

Se hace la observación de que existen condiciones para utilizar GLP:

- Se requiere de una inversión inicial para instalar el aditamento que permite hacer uso de GLP, esta inversión suele tener una tasa de recuperación rápida.
- El GLP requiere de un pequeño porcentaje de gasolina para cumplir con todas las funciones adentro del motor.
- Los puntos específicos de distribución de GLP actualmente no son tan diversos como las gasolineras.
- Condiciones y restricciones técnicas que el distribuidor de esta tecnología indique.

Los beneficios más importantes de utilizar GLP en vehículos:

- Reduce en casi el 50% las emisiones de CO₂e con respecto al uso de gasolina en vehículos.
- El ahorro económico es considerable en comparación al uso de gasolina.

8.2.6 Acción 6. Sector Transporte

Para el año 2016, las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sub-sector transporte fueron de 9.23 Millones de Toneladas de CO₂e, las cuales se traducen a un 50% del total de emisiones generado por el sector energía.

Existen mecanismos para la reducción de emisiones de GEI en el sub-sector transporte que mejoran la eficiencia en el consumo y quema de combustibles. Estos mecanismos se basan principalmente en el mejoramiento de la infraestructura vial y capacidad de transporte que sin ser, principalmente, técnico pueden contribuir a la reducción de emisiones de GEI.

Derivado de lo anterior, este Plan Nacional de Energía, recomienda que puedan establecerse los siguientes mecanismos identificados y establecidos por la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para el sector transporte, debido a su alto potencial de reducción de emisiones de GEI:

- Expandir la infraestructura mediante la construcción de vías férreas para trenes eléctricos o teleféricos.
- Mejorar la infraestructura y equipamiento para el transporte público, que consiste en modernizar el parque de buses urbanos. Esto mejora la eficiencia del sistema de transporte público.
- Mejorar el nivel de servicio de transporte público aumentando la rapidez del servicio para un mejor aprovechamiento de la quema de combustibles.
- Mejoramiento de la infraestructura vial del país, por medio de ampliación de carreteras, mantenimiento constante de las carreteras y libramiento de vías a través de tramos alternos.
- Renovación del parque vehicular hacia alternativas más eficientes, a través de:
 - * Establecer un programa de incentivos para el reemplazo del parque vehicular.
 - * Programa para instalar estaciones y puntos para carga de vehículos eléctricos.
 - * Establecer un programa de incentivos para la venta de vehículos híbridos y otras tecnologías más eficientes.

- * Créditos de impuestos reducidos para vehículos más eficientes o que utilicen combustibles alternativos.

8.2.7 Acción 7. Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en el Sector Residencial

Conscientes de la importancia de la participación del sector residencial en el consumo de energía, es posible estimar medidas de ahorro y eficiencia energética que pueden aplicarse en algunas formas de consumo a muy bajo costo y con resultados de alto impacto.

Actualmente para poder llevar una estadística de los tipos de vivienda en el área urbana del país, se toma en cuenta el área de construcción de la vivienda en m². Además, se tiene que considerar el clima que tiene la ciudad de Guatemala, el cual es templado, teniendo una temperatura agradable que en promedio oscila entre los 19.4°C, en estas viviendas de los siguientes insumos: Calentamiento de agua, cocción de alimentos, aire acondicionado, Iluminación, y otras aplicaciones.

En el caso del calentamiento de agua, por lo regular en la mayoría de los casos utilizan calentadores eléctricos para este fin sin embargo el costo de su funcionamiento es relativamente alto, pero existen otros tipos como lo son los calentadores de gas GLP, los calentadores solares que su costo inicial es alto pero su tasa de recuperación es considerablemente rápida debido a sus costos de operación, entre otros factores. Por lo tanto, para poder cubrir la necesidad del calentamiento de agua, actualmente se tienen equipos que son eficientes en las diversas tecnologías anteriormente descritas.

Según los estudios de indicadores de desempeño energético, realizado por el MEM, se sabe que dentro del sector residencial existe un consumo de energía eléctrica promedio de 88.80 kWh mensual considerando todo el territorio nacional, con una tasa del 4.7% de crecimiento anual para todo el sector.

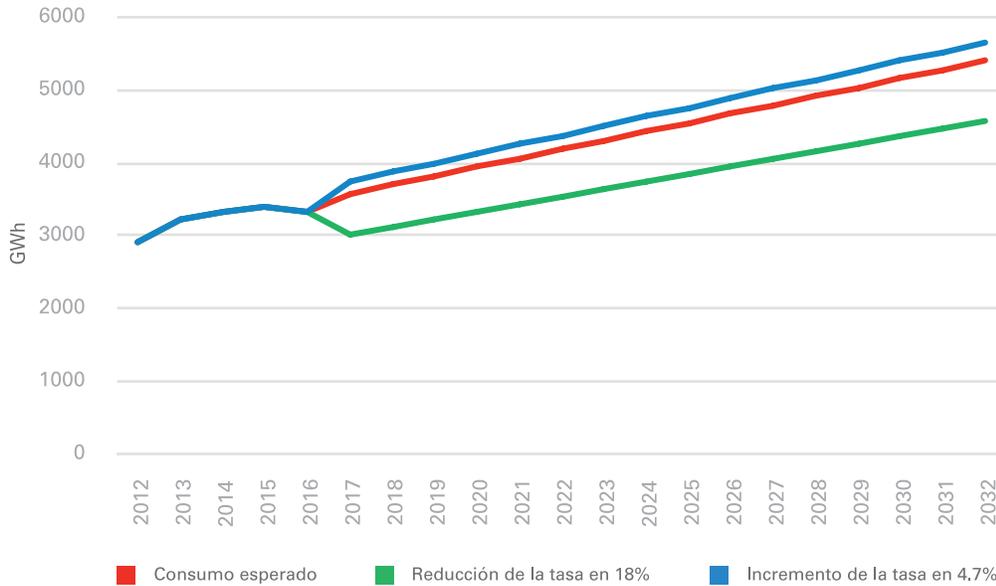
Considerando la creciente evolución de la tecnología que se emplea en los electrodomésticos a nivel residencial, así como en tecnologías empleadas para la iluminación y agregando las distintas fuentes de captación de energía para calentamiento de agua existente en el mercado, el MEM estima que se puede reducir un consumo de 684.16 GWh en promedio anual, equivalente a un 18%. La aplicación de buenas prácticas de consumo y la realización de

cambios de tecnología tiene mayor participación en las siguientes áreas:

- Iluminación, luminarias más eficientes y de bajo consumo.
- Electrodomésticos de bajo consumo energético.

- Cambios en controles de uso de energía.
- Eliminación del derroche de energía.

Todas estas acciones conllevan importantes ahorros económicos para los usuarios que las aplican, siempre manteniendo los niveles de confort.



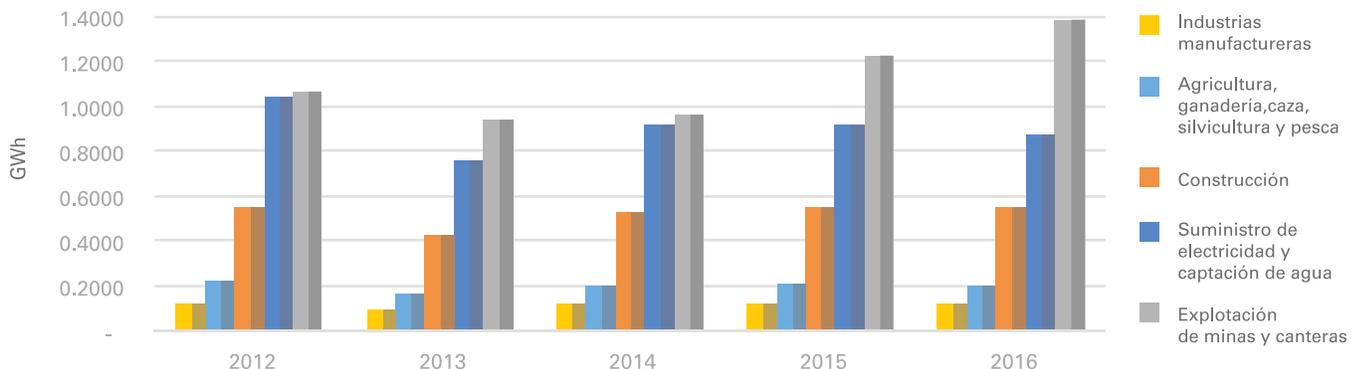
Gráfica 40: Proyección de la demanda de energía eléctrica en el sector residencial.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

8.2.8 Acción 8. Gestión de la Energía en el Sector Industria

El sector industrial de Guatemala se compone de los siguientes subsectores: industrias manufactureras; Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; construcción; suministro de electricidad y captación de agua y explotación de minas y canteras.

Gráfica 41: GWh consumidos para producir 1 Millón de Quetzales.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

Históricamente se estima que el subsector de industrias manufactureras ha sido el más eficiente entre todos los subsectores, puesto que en promedio ha requerido únicamente de 0.1108 GWh por cada millón de Quetzales producido.

Es importante que todo ente que desarrolle sus actividades dentro del sector Industrial de Guatemala planifique y controle la demanda de su energía, esto es posible desarrollarlo a través de una serie ordenada de acciones:

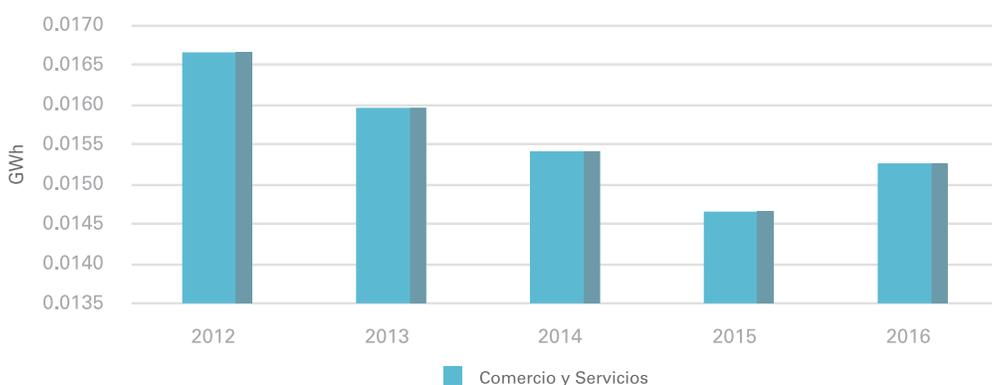
- Documentar el histórico de los consumos energía de la institución.
- Identificar los factores que muestran las intensidades energéticas, las cuales son particulares de cada empresa y representan la energía necesaria para generar un producto final. Se puede interpretar bajo la relación kWh/Quetzal, o bien, GWh/Millones de Quetzales.
- Crear un plan que tenga como competencia monitorear las intensidades energéticas detectadas en el inciso anterior; si el valor de la intensidad energética sube, se interpreta como una reducción de la eficiencia de producción de la empresa; por el contrario, si el valor de la intensidad energética baja, se interpreta como un aumento de la eficiencia de producción de la empresa.
- Un cronograma de actividades contenido dentro de dicho plan, este indica las fechas claves para entregar resultados de monitoreo y mediciones realizadas a las intensidades energéticas, y por último una fecha propuesta para presentar propuestas de mejoras para puntos claves de mejora dentro de la empresa.
- Las propuestas de mejora deben contener el estudio de factibilidad sobre su proyecto planteado, y el tiempo de recuperación que la empresa necesitaría si este llega a requerir de un costo inicial.

Los procesos de gestión de la energía se pueden seguir ampliando mientras estos presenten resultados positivos para la empresa.

En el largo plazo, la gestión de la energía ayuda a generar políticas energéticas que apoyen a la orientar el factor de producción de la empresa, teniendo repercusiones positivas sobre la economía de la misma.

8.2.9 Acción 9. Auditorías Energéticas en sector Comercio y Servicios

El sector Comercio y Servicios presentan un comportamiento distinto al sector Industria, en el sentido que los productos finales que este entrega son muy diferentes. Por tal razón no son comparables.



Gráfica 42:
GWh consumidos para producir
1 Millón de Quetzales.

Fuente: Elaboración propia, MEM.

Para identificar los puntos importantes de consumo energético dentro de los sectores en mención, se recomienda llevar a cabo el proceso de una auditoría energética. Una auditoría energética ayuda a optimizar la demanda de energía requerida por las instalaciones de una institución.

Las auditorías energéticas requieren de los siguientes pasos:

- Analizar los consumos históricos de la institución.
- Actualizar los planos eléctricos, hidráulicos y térmicos; con la finalidad de identificar los puntos de máximos puntos de consumo de energía y prever los posibles crecimientos de cada uno.
- Realizar mediciones y adquisición de datos permanentes en los puntos identificados en el inciso anterior, para obtener los consumos en tiempo real de la institución, la finalidad es identificar las estacionalidades de la demanda de energía, y a su vez identificar la curva de demanda horaria de la institución dentro de cada estacionalidad.
- Una vez realizados los requisitos del inciso anterior, analizar la eficiencia de los equipos o herramientas que se emplean en dichos puntos; comparar la eficiencia de estos con las nuevas ofertas que se encuentren en el mercado, y realizar un estudio de factibilidad sobre el cambio de tecnologías. Con la finalidad de proyectar un costo – beneficio.

- Elaborar un plan de eficiencia energética con propuestas de mejora, sobre buenas prácticas, y de ser necesario, cronogramas de actividades para realizar los cambios de instalaciones y/o tecnologías explicadas en el inciso anterior.

Las mediciones explicadas en el tercer inciso, no se deben detener, puesto que estas serán uno de los principales indicadores del beneficio de los proyectos que se han propuesto al final de la auditoría energética, en caso estos se lleven a cabo.

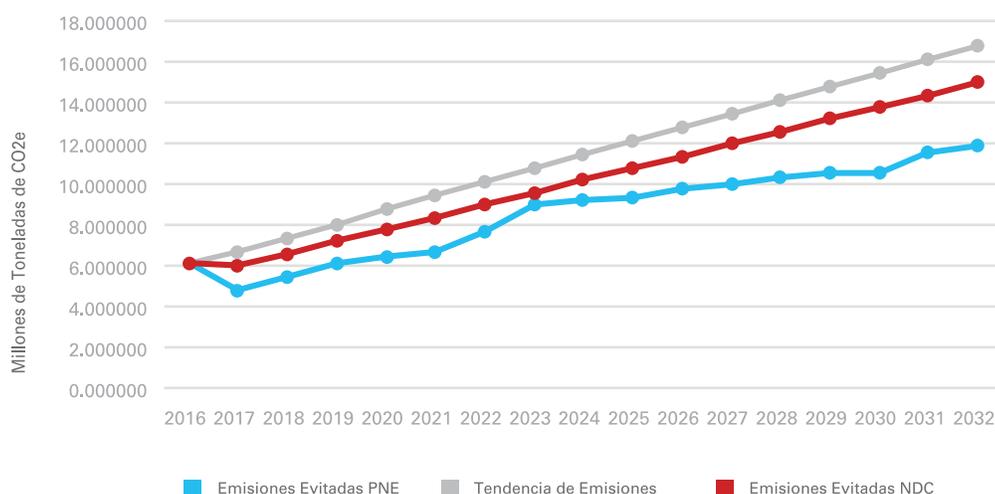
8.3 Tercer Eje: Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El tercer eje enmarca la importancia de llevar a cabo las acciones planteadas en este Plan, en sus dos ejes anteriores, demostrando las cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero que se pueden reducir por sector, aportando a la mitigación de los efectos del cambio climático.

La meta de reducción de emisiones de GEI, propuestas por este Plan Nacional de Energía (PNE), es de 29.2% para el año 2032. Esta reducción del 29.2% implica que las emisiones, en un escenario tendencial (BAU por sus siglas en inglés) de 16.82 Millones de toneladas de CO₂ equivalentes para el año 2032, serán reducidas a un valor de 11.91 Millones de toneladas de CO₂ equivalentes en ese año.

Es importante hacer mención, a que el cumplimiento de las acciones planteadas en este plan, promueve una reducción de emisiones, más allá del 11.2% establecido como contribución a la reducción de emisiones descrita en el NDC, para el sector energía.

Gráfica 43:
Tendencia de emisiones de GEI y reducciones propuestas por este plan.



Fuente: Elaboración propia, MEM.



9 SEGUIMIENTO, MONITOREO Y EVALUACIÓN

Para poder medir y evaluar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero anualmente y verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en este plan, es necesario establecer una medida de comparación entre la demanda creciente de energía en sus diferentes formas de utilización de los energéticos y las emisiones de gases de efecto invernadero producidas.

9.1 Indicadores de Desempeño Energético del Plan

Para identificar y cuantificar el alcance de los objetivos planteados en este plan, es posible calcular los indicadores de desempeño energético que relacionan el total de emisiones de gases de efecto invernadero en Toneladas de CO₂e liberadas y la cantidad de energía a nivel nacional, expresado en MWh.

La relación matemática que relaciona las variables, para el sector suministro eléctrico es:

$$\text{Indicador de Desempeño Energético} = \frac{TCO_{2e}}{MWh}$$

La siguiente tabla muestra los indicadores de desempeño energético calculados para años anteriores y el indicador deseado para cumplir con la meta de reducción de emisiones en el año 2032.

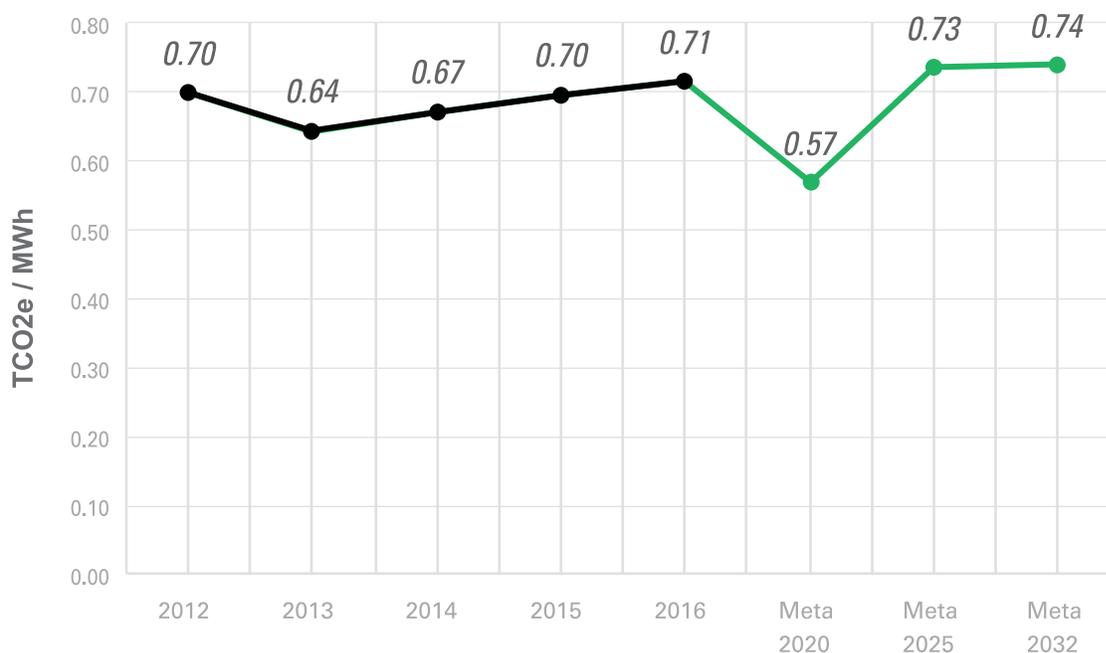
Tabla 15:
Indicadores de Desempeño Energético 2012-2032.

Emisiones de GEI Sector Energía	2012	2013	2014	2015	2016	Meta 2020	Meta 2025	Meta 2032
Emisiones GEI Generación / Consumo Energía TCO2e	6,072,264	5,961,548	6,562,482	7,163,416	7,764,351	6,465,995	9,356,096	11,911,096
Demanda de Energía MWh	8,703,480	9,270,480	9,782,270	10,301,874	10,877,904	11,407,225	12,753,220	16,153,137
Indicador de Desempeño [TCO2e / MWh]	0.70	0.64	0.67	0.70	0.71	0.57	0.73	0.74

Fuente: Elaboración propia, MEM.

Los valores descritos en la gráfica representan el límite establecido que indican relación de la demanda de energía y las emisiones de GEI; por lo que, cualquier valor igual o por debajo de estos valores, indicarán que se cumple con la meta de reducción de emisiones del sector energía.

Gráfica 44:
Indicadores de Desempeño Energético – Sector Energía.



Fuente: Elaboración propia, MEM.

Dado que el MEM es una institución rectora de las políticas energéticas, sin calidad de ejecución para el ejercicio de sus funciones, se han identificado los responsables de las acciones cuantificables, para dar cumplimiento a cada uno de los ejes de este plan, a fin de evaluar su cumplimiento:

Tabla 16:

Matriz de responsables para el seguimiento, monitoreo y evaluación del Plan Nacional de Energía:

Fuente: Elaboración propia, MEM.

Eje	Acción	Indicador	Responsables
1	1	Ampliar el potencial de generación eléctrica a partir de los 6,102 MW disponibles en plantas candidatas, equivalente al 64% de participación de energía renovable para el año 2032.	MEM CNEE AMM INDE MARN
1	2	Ampliar la participación de la energía geotérmica en 3.34 GWh para el año 2032.	MEM CNEE AMM
1	3	Atención a la conflictividad social para proyectos hidroeléctricos, a través de la aplicación de la metodología para la realización de consultas.	MEM CNEE Sector Privado Organizado Delegaciones institucionales MARN
1	5	Incorporación de 128.38 MW provenientes de centrales GDR y Plantas No Convencionales a la matriz energética, para el año 2032.	MEM CNEE AMM
1	6	Incorporación de 12.52 MW de potencia para la autogeneración con excedentes de energía para el año 2032.	Población Civil Distribuidoras MEM CNEE
1	7	Reducción de emisiones de 15, 766,996 Toneladas de GEI por la utilización de leña como energético.	MEM INAB CONAP MARN Universidades Población Civil
2	1	Elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética	MEM
2	2	Cambio del parque de luminarias para alumbrado público a 65% LED, 25% SODIO y 10% MERCURIO y reducción de 141.1 GWh de consumo de energía para el año 2032.	CNEE Municipalidades Distribuidoras
2	5	Participación de 4,447 unidades de vehículos eléctricos en el parque vehicular del país.	MEM SAT MINFIN
2	6	Establecer mecanismos de reducción de emisiones en el sector de infraestructura vial y transporte colectivo.	Municipalidades MICIVI COVIAL
2	7	Reducción del consumo eléctrico del sector residencial en 18% equivalente a 684.16 GWh para el año 2032.	MEM CNEE Distribuidoras Población Civil
2	8	Aplicación de la gestión energética en el sector industria para la reducción de pérdidas de energía.	CNEE Distribuidoras Sector Privado Organizado
2	9	Aplicación de auditorías energéticas en el sector comercio y servicios para la reducción de pérdidas de energía.	CNEE Distribuidoras Sector Privado Organizado

9.2 Indicadores de Impacto del Plan

La implementación de las acciones propuestas en este plan traerá como resultado la importancia de los siguientes indicadores de impacto:

1. Reducción de 29.2% de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero respecto a su escenario tendencial, equivalentes a 4.91 Millones de Toneladas de Dióxido de carbono equivalente (CO₂e) para el año 2032. Esta reducción de emisiones contribuirá de manera sustancial a dar cumplimiento a los NDC de Guatemala ante la CMNUCC, y su meta de reducción de emisiones de país del 11.2% No Condicionadas proyectadas al año 2030.

Esta reducción de emisiones incide directamente en la acumulación de GEI en la atmósfera y por lo tanto a los impactos directos del cambio climático a nivel mundial y mejorando las capacidades de mitigación del país.

2. Las acciones del primer eje del Plan Nacional de Energía, apoyaran a alcanzar los objetivos de la política energética 2013-2027 para lograr la diversificación de la matriz energética a través de la priorización de las energías renovables para el año 2032 de la siguiente manera:

Tabla 17:
Participación de las energías renovables dentro de la matriz energética.

Año	Matriz Energética	
	Renovable	No renovable
2020	73%	27%
2027	70%	30%
2032	64%	36%

Fuente: Elaboración propia.

La participación de las fuentes de energía renovables dentro de la matriz energética, también dependerá de las disponibilidades de los energéticos debido a condiciones climáticas externas al mercado eléctrico, que puedan afectar los embalses hidroeléctricos principalmente debido a sequías.

Ilustración 12:
Reducción de emisiones de GEI respecto a los escenarios tendenciales.

Año	Escenario	Emisiones de GEI	Reducción %
2020	Tendencial BAU	8.724	0.0%
2020	NDC - Sector Energía	7.845	11.2%
2020	Plan Nacional de Energía	6.466	25.9%
2027	Tendencial BAU	13.450	0.0%
2027	NDC - Sector Energía	12.096	11.2%
2027	Plan Nacional de Energía	10.044	25.3%
2032	Tendencial BAU	16.826	0.0%
2032	NDC - Sector Energía	15.132	11.2%
2032	Plan Nacional de Energía	11.911	29.2%

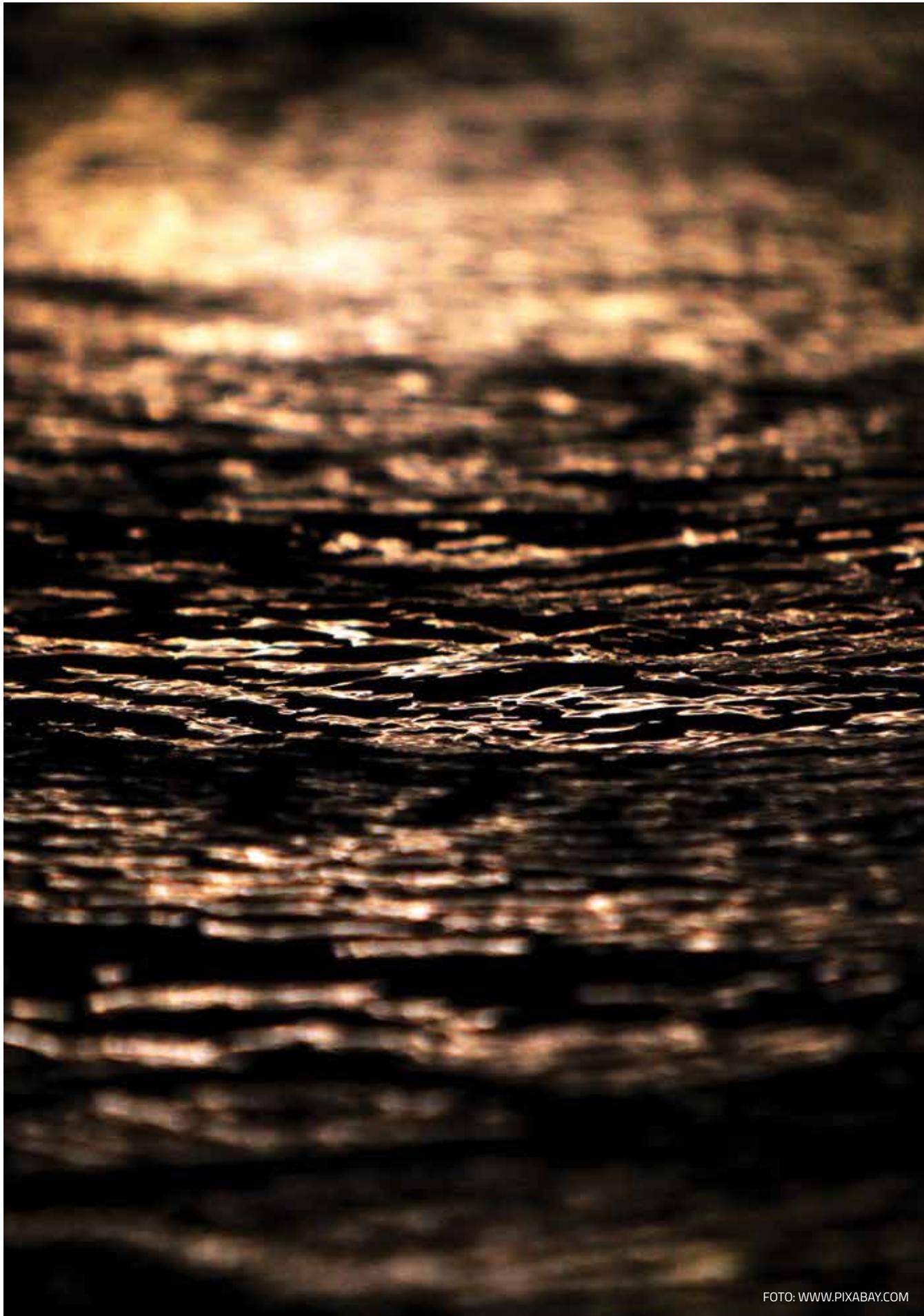
Fuente: Elaboración propia.

3. A pesar de que Guatemala es uno de los países con mejor capacidad instalada de energía eléctrica, el índice de cobertura eléctrica en 2016 fue de 92.06% con base en estudios realizados por el Ministerio de Energía y Minas.

La adición de nuevas plantas de generación de energía eléctrica con recursos renovables, establecidas en los planes indicativos de generación y transporte del MEM, también permitirán la ampliación en la cobertura de electricidad del país será de beneficio para promover el desarrollo productivo y mejorar la calidad de vida de las comunidades aisladas.

4. El establecimiento de acciones para la generación de energía renovable en acompañamiento de las medidas de ahorro y eficiencia energética, contribuirán a promover la seguridad energética nacional, garantizando la calidad y niveles de suministro eléctrico en todas las áreas de cobertura del país.

La seguridad energética promueve la confiabilidad de las redes de energía para todos los sectores productivos del país y garantizar la estabilidad económica de las tarifas de energía eléctrica.





10 CONCLUSIONES

El Plan Nacional de Energía, el cual se establece en la Ley Marco de Cambio Climático indica cómo reducir los impactos del cambio climático, promoviendo la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) a través del cumplimiento de los ejes de la política energética 2013-2027; priorizando el aprovechamiento de los recursos renovables y la promoción de tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético.

Las Energías Renovables han tenido una participación de crecimiento importante dentro de la matriz energética Nacional, por lo que esto refleja el cumplimiento de los objetivos que establece la Política Energética 2013-2027.

Las emisiones totales de GEI del sector energía describen un promedio de crecimiento anual de 9.3%. El aumento de las emisiones de GEI se ha mantenido en crecimiento debido al incremento de la demanda de los distintos tipos de energéticos, siendo el subsector transporte terrestre el que reporta las mayores emisiones debido al uso intensivo de los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel.

El consumo energético nacional por sectores para el año 2016 fue de 133,850.86 GWh de los cuales 79,427.27 GWh pertenecen al consumo residencial lo cual representa el 59.34%, debido principalmente al abuso en el consumo de leña como energético.

La Matriz Energética muestra que para el 2016 tuvo una participación predominante la generación hidroeléctrica con un aporte de energía de 3,951 GWh, seguidamente, la generación de carbón, con un aporte de 3,533 GWh.

El Plan Nacional de Energía plantea tres ejes estratégicos, 1) Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Renovables, 2) Eficiencia y Ahorro Energético y 3) Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, cada uno de estos ejes indican acciones para todos los subsectores y actores que componen el sector energético.

Para verificar el cumplimiento de los objetivos de este Plan Nacional de Energía, se estableció una medida de comparación entre la demanda creciente de energía en sus diferentes formas de utilización de los energéticos y las emisiones de gases de efecto invernadero producidas.



11 BIBLIOGRAFÍA

Desarrollo con Bajas Emisiones. (2016). *Proceso de Formulación Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala*. Guatemala.

Dirección General de Energía. (2016). *Informe Balance Energético Nacional 2016*. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.

Dirección General de Energía. (2016). *Informe Estadístico Dirección General de Energía*. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.

Gobierno de Guatemala. (2015). Contribución Nacional Determinada. *Contribución Nacional Determinada (pág. 15)*. Guatemala: MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.

Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Política Energética 2013-2027*. Guatemala.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2013). *Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. (2016). *PLANES INDICATIVOS DE GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN*. GUATEMALA: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.

Reguera, J. U. (Agosto de 2001). Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/TC/TCA/ESP/pdf/urquijo/BloqueII.2.pdf>

Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático-SGCCC. (07 de 09 de 2017). *Universidad del Valle de Guatemala*. Obtenido de <http://www.uvg.edu.gt/sgccc/doc/3-Financiamiento.pdf>



Esta publicación es posible gracias al apoyo del Pueblo de los Estados Unidos de América a través de la agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido del documento es responsabilidad única del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y no refleja necesariamente la posición de USAID o del Gobierno de Estados Unidos de América.