

HOJA DE RUTA

COMERCIO DE EMISIONES PARA EL SECTOR ENERGÉTICO DE GUATEMALA



Autor: Ing. Luis Lepe
llepe@eegreengt.com
Guatemala, Febrero 2018.

Documento elaborado para:



TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA	1
1.1 Ley Marco de Cambio Climático	2
1.1.1 Plan Nacional de Energía	4
1.2 Política Nacional de cambio climático	6
1.3 Plan de Acción Nacional de cambio climático (PANCC)	7
2 EMISIONES DE GEI SECTOR ENERGÍA.....	9
2.1 Inventarios de gEI sector energía	11
2.2 Coeficientes de emisión y factor de red.....	14
3 MODELOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA GUATEMALA	17
3.1 Políticas voluntarias de reducción de emisiones	18
3.2 Regulaciones y estándares de desempeño.....	23
3.2.1 Regulaciones en diferentes sub sectores energéticos de guatemala	23
3.3 Sistema de comercio de emisiones.....	27
3.4 Impuesto de carbono	35

4	HOJA DE RUTA GRÁFICA	43
5	APORTES INSTITUCIONALES	46
6	CONCLUSIONES	48
7	RECOMENDACIONES	49
8	REFERENCIAS	50

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los lineamientos principales y pasos a seguir para establecer una ruta de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético.

El objetivo principal es presentar una hoja de ruta con las definiciones importantes en cada punto de implementación de la estrategia de reducción de emisiones de GEI dentro del sector energético de Guatemala.

Para establecer una estrategia de reducción de emisiones para el sector energético del país, es necesario establecer 4 modelos que funcionarán en forma de estructura para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Los cuatro modelos descritos en este documento son:

- *Políticas voluntarias de reducción de emisiones.*
- *Establecimiento de regulaciones y estándares de desempeño.*
- *Sistema de comercio de emisiones (Modelo ETS)*
- *Impuesto al carbono.*

Los modelos de políticas voluntarias y establecer regulaciones y estándares de desempeño, son el primer paso hacia la ruta de reducción de emisiones en el sector.

Establecer un mercado de emisiones basado en el modelo ETS o un impuesto de carbono, dependerá de las capacidades institucionales y las necesidades reales del sector energético del país.

1 GENERALIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA

Guatemala, ubicada en la región centroamericana, es susceptible de las manifestaciones del cambio climático -CC- que cada vez se presentan con mayor intensidad y frecuencia de fenómenos climáticos extremos. En los últimos años, Guatemala ha sufrido los excesos de las precipitaciones pluviales y episodios de sequía. Guatemala ha sufrido en los últimos años los impactos del exceso de precipitaciones pluviales y episodios de sequía. Estos eventos han dado como resultados: la pérdida de ecosistemas, la reducción de la calidad y disponibilidad de recursos hídricos, a la par de enfermedades respiratorias. (COPREDEH, 2008)

El Estado de Guatemala ha impulsado y realizado diversos estudios en los que se reconoce la situación actual al medio ambiente. Como consecuencia, Guatemala cuenta con una Ley Marco de Cambio Climático¹ y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático -PANCC- que permiten crear instrumentos de planificación, adaptación y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero -GEI-.

Específicamente para el sector energético del país, el Ministerio de Energía y Minas -MEM- publicó en diciembre de 2017, el Plan Nacional de Energía, en respuesta a lo establecido en el artículo 18 de la Ley Marco de Cambio Climático. Con este plan, el MEM plantea acciones específicas a desarrollar para la reducción de emisiones de GEI y dar cumplimiento a los compromisos internacionales. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que realiza el estado, para gran parte de la población el tema de cambio climático sigue siendo desconocido y el abordaje de acciones por parte de la población civil es limitado.

El poco empoderamiento de las metas de reducción de emisiones y la falta de conciencia ambiental por parte de la población general, ponen

¹ Decreto 7-2013, Ley Marco para la Reducción de la Vulnerabilidad, La Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

en riesgo todos los esfuerzos realizados por el estado y otras organizaciones civiles por la lucha contra el cambio climática.

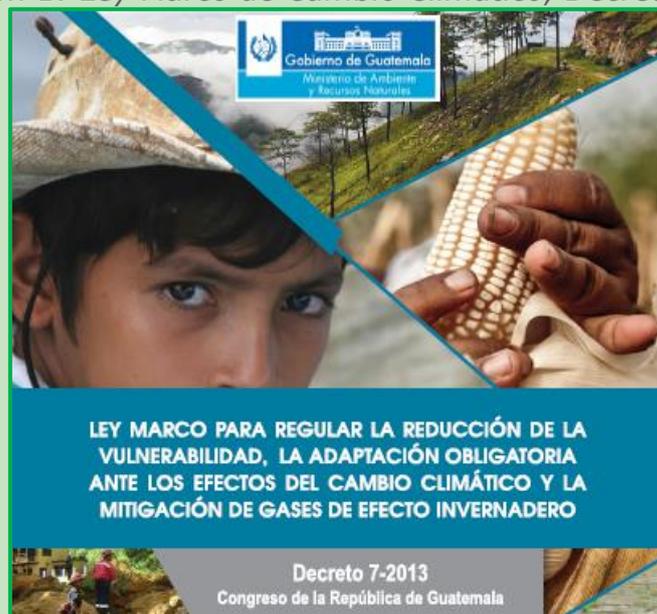
1.1 LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO

En el año 2013, el gobierno de la República de Guatemala, presentó la “Ley Marco para la Reducción de la Vulnerabilidad, La Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero” mediante el decreto 7-2013 del Congreso de la República de Guatemala.

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. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

Esta ley nace considerando que Guatemala ha suscrito y ratificado diversos instrumentos en materia de ambiente y específicamente en el tema de cambio climático, con el objeto de establecer las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático del país. (Congreso de la República de Guatemala, Decreto 7-2013, 2013)

Ilustración 1: Ley Marco de Cambio Climático, Decreto 7-2013.



Fuente: Ley Marco de Cambio Climático, Decreto 7-2013.

Esta ley impone a las instituciones del estado la elaboración de planes de adaptación y mitigación al cambio climático, así como las guías para la reducción de la vulnerabilidad.

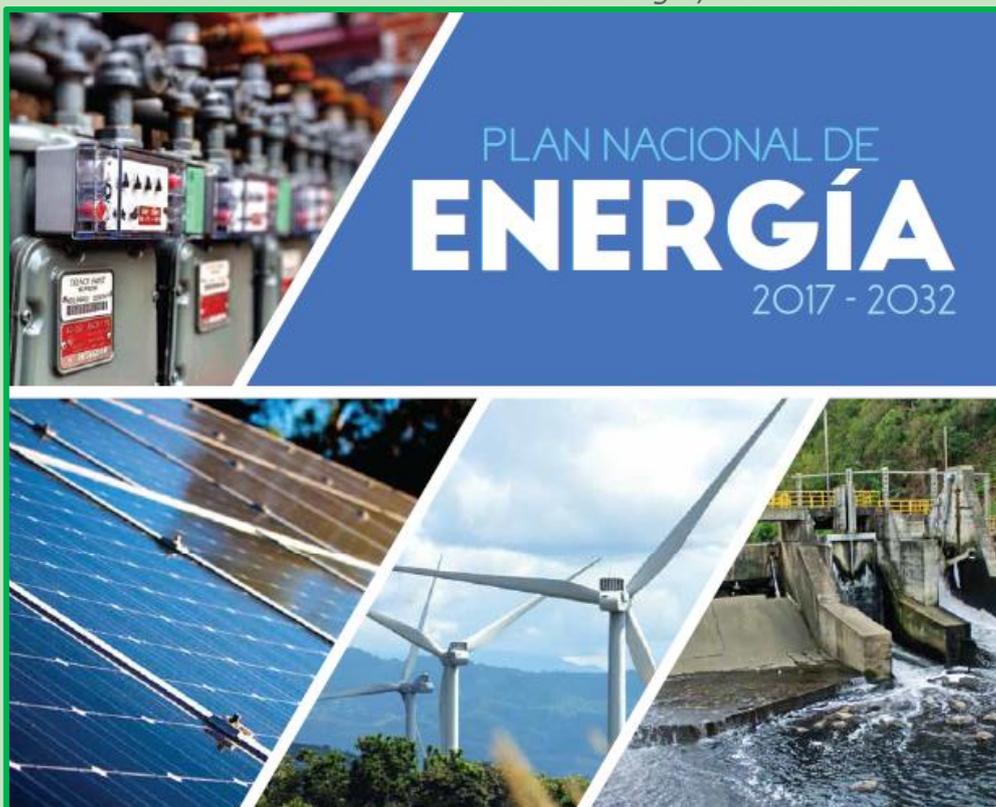
En el tema de mitigación, el artículo 18, establece que el Ministerio de Energía y Minas -MEM- en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- elaborará el Plan Nacional de Energía.

El artículo 19 establece la Compensación de Emisiones de GEI por la quema de combustibles fósiles y el artículo 22 establece la creación de proyectos de mercado de carbono. El artículo 23 establece la prioridad de sensibilización y participación pública, a través de la educación, divulgación y conciencia pública.

1.1.1 PLAN NACIONAL DE ENERGÍA

El Plan Nacional de Energía, fue presentado por el Gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Energía y Minas -MEM- en diciembre de 2017, en cumplimiento al artículo 18 de la Ley Marco de Cambio Climático. Este plan tiene como objetivo fundamental la reducción de emisiones de GEI.

Ilustración 2: Plan Nacional de Energía, 2017-2032.



Fuente: Portada del Plan Nacional de Energía 2017-2032.

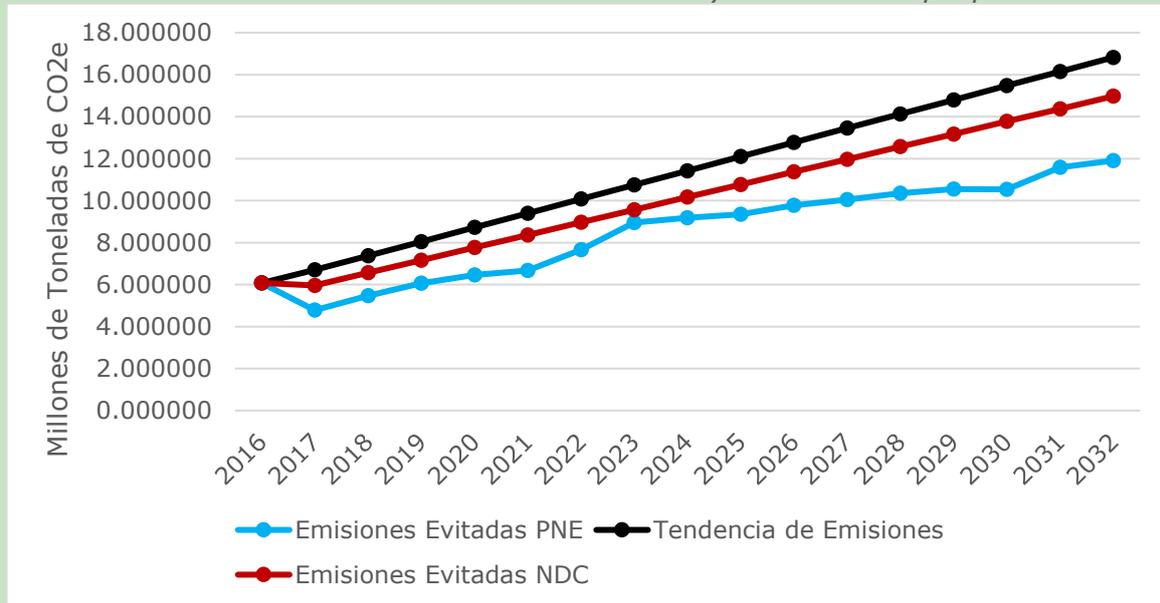
El Plan Nacional de Energía, es oficializado como una herramienta de mitigación para la reducción de los efectos del cambio climático y contribuir al desarrollo sostenible del sector energético del país.

Este plan contempla tres ejes estratégicos:

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

Con los cuales, Guatemala pretende la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 29.2% para el año 2032, lo que equivale a 11.91 Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e) evitadas.

Gráfica 1: Tendencia de Emisiones de GEI y reducciones propuestas.



Fuente: Gráfica 43 del Plan Nacional de Energía 2017-2032.

El Plan también plantea una metodología para medir y evaluar la reducción de emisiones de GEI anualmente, mediante una operación aritmética, que relaciona la demanda creciente de energía y las emisiones de GEI producidas. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

1.2 POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

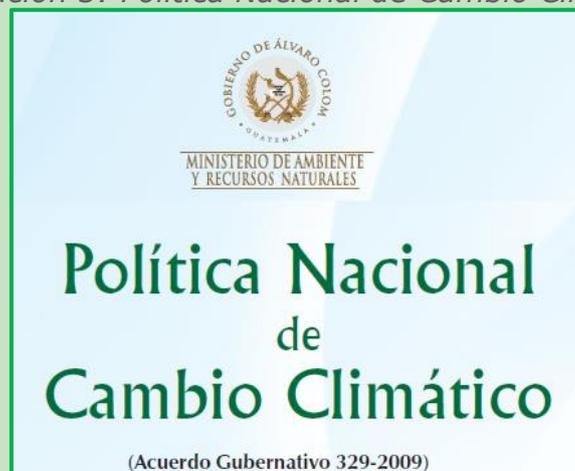
La Política Nacional de Cambio Climático, aprobada por el acuerdo gubernativo 329-2009 por el gobierno de Guatemala, hace mención a que Guatemala es uno de los países que aporta de manera poco significativa a la emisión global de gases de efecto invernadero, pero que recibe impactos negativos con mayor frecuencia e intensidad.

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 GEI. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

El Plan Nacional de Energía presentado por el MEM, toma en consideración el tercer objetivo de la Política Nacional de Cambio Climático destacando los siguientes incisos:

- a. *Promover la reducción de emisiones de GEI en las siguientes fuentes: Cambio de Uso de la Tierra, Silvicultura, Producción de Energía Eléctrica, Transporte e Industria.*
- b. *Promover un mayor aprovechamiento de los recursos renovables para la generación eléctrica nacional buscando nuevas y mejores oportunidades económicas.*
- c. *Promover la producción de bienes y servicios por medio de procesos y tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente.*

Ilustración 3: Política Nacional de Cambio Climático.



Fuente: Acuerdo Gubernativo 329-2009.

1.3 PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PANCC)

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. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

El sector energía es considerado únicamente dentro del tema de “Mitigación” de las emisiones de gases de efecto invernadero junto a los subsectores:

- *Procesos Industriales*
- *Sector agropecuario*
- *Uso de la tierra*
- *Cambio de uso de la tierra y silvicultura*
- *Desechos*

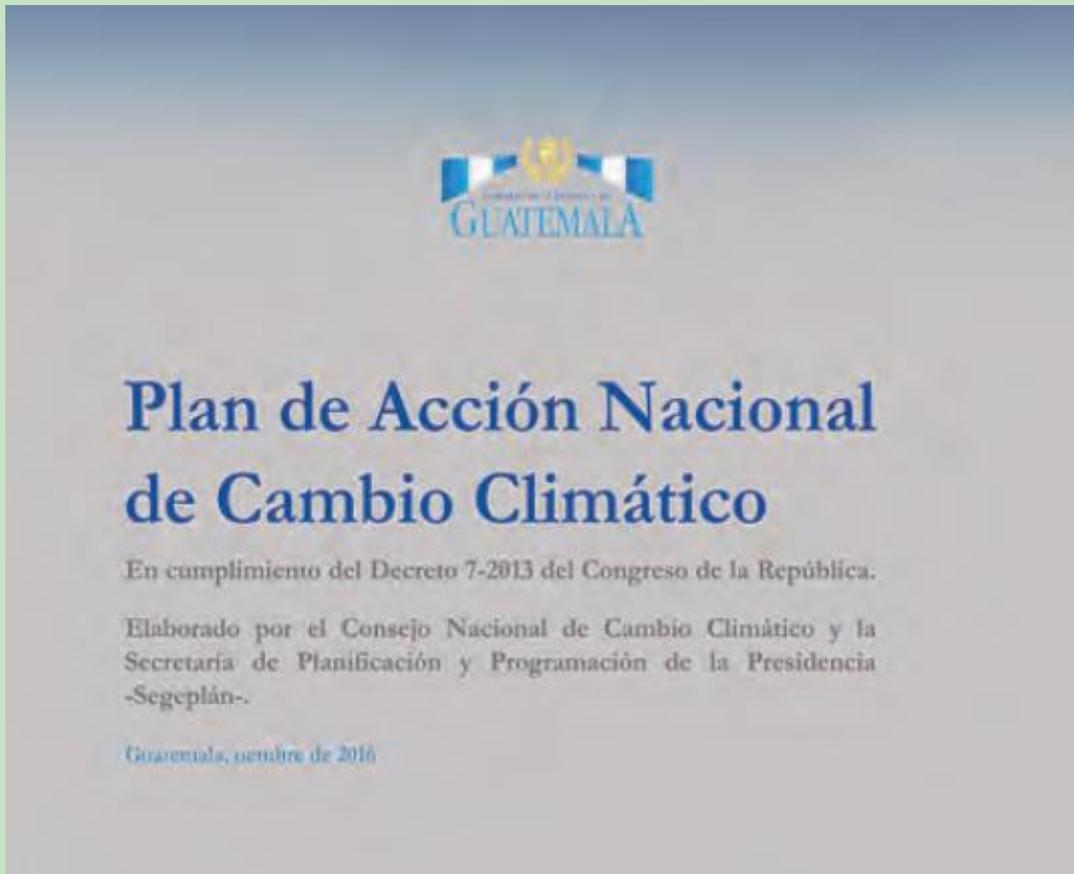
El PANCC se presenta con el objeto de preparar a la población y a las instituciones en Guatemala ante el riesgo de los impactos esperados, previniendo y reduciendo sus efectos negativos, priorizando la protección de la población vulnerable y sus medios de vida e identificando oportunidades para un mejor desarrollo del país bajo en emisiones GEI. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

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.*

Ilustración 4: Portada del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático.



Fuente: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático.

Por lo que, establecer una ruta para el posible comercio de emisiones de GEI ó la aplicación de un impuesto de carbono en el sector energía, se convertiría en un esfuerzo adicional que el MEM impulsaría en apoyo a otras instituciones del estado, encargadas de dicha actividad. Por lo tanto, el aporte que el MEM realice a estas y otras iniciativas destinadas a la reducción de emisiones de GEI, lo estaría haciendo con la experiencia y en su calidad de Ente Rector de las Políticas Energéticas del País.

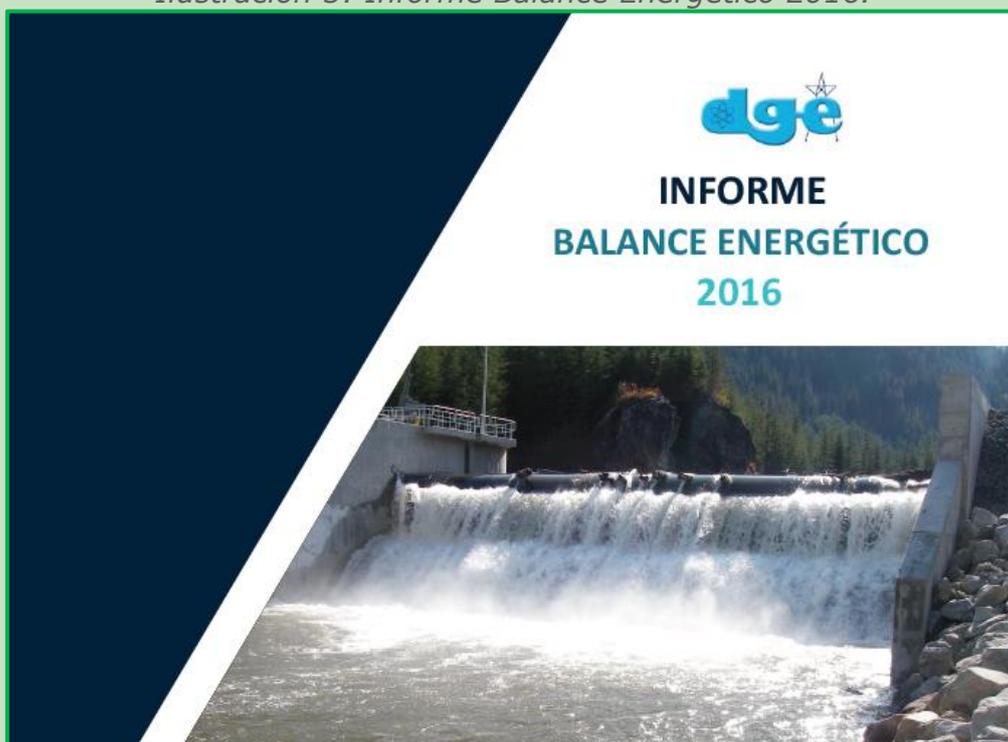
2 EMISIONES DE GEI SECTOR ENERGÍA

La Dirección General de Energía -DGE- del Ministerio de Energía y Minas -MEM-, presenta anualmente su balance energético nacional, el cual es una contabilización del flujo de energía entre las diferentes etapas y actividades de la cadena energética y sus relaciones de equilibrio, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume, etc.; todo esto calculado en una unidad común, dentro de un país dado y para un periodo determinado. (Dirección General de Energía, 2017)

El balance energético es el instrumento que permite medir el consumo anual de la energía utilizada en el país y su utilización por sectores.

A partir del año 2015, el MEM presenta dentro de su balance energético incluye las emisiones de gases de efecto invernadero -GEI- del sector energético y los resultados del cálculo de los coeficientes de emisión de gases de efecto invernadero, por la generación y consumo de energía eléctrica en el sistema eléctrico nacional. (Dirección General de Energía, 2017)

Ilustración 5: Informe Balance Energético 2016.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2016.

Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético del país, incluyen todas las actividades necesarias para generar energía en forma de calor, mediante la quema de combustibles fósiles y actividades de combustión para la refinación de productos de petroleros. En esto se incluye, la quema de otros productos para generar electricidad y calor para uso propio. (Dirección General de Energía, 2017)

La quema de estos combustibles genera una cantidad determinada de emisiones de Gases de Efecto Invernadero –GEI- por cada unidad de energía producida. Para calcular las emisiones de GEI en el sector energía, se toma el consumo de combustibles como Dato de Actividad (DA) y el contenido de carbono por unidad de combustible consumido como Factor de Emisión (Fe). (Dirección General de Energía, 2017)

$$Emisiones = DA \times Fe$$

El Dato de Actividad es la cantidad y tipo de combustible quemado y se refiere a su volumen en barriles americanos que se obtiene del Balance Petrolero (Energía Bruta). En algunos casos, en la generación de energía eléctrica, se puede utilizar la energía en GWh (Energía Neta) cuando la eficiencia de la tecnología supera el 98%. (Dirección General de Energía, 2017)

Los factores de emisiones utilizados para el cálculo de emisiones de GEI del sector energía son definidos según las guías metodológicas del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en ingles).

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). (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

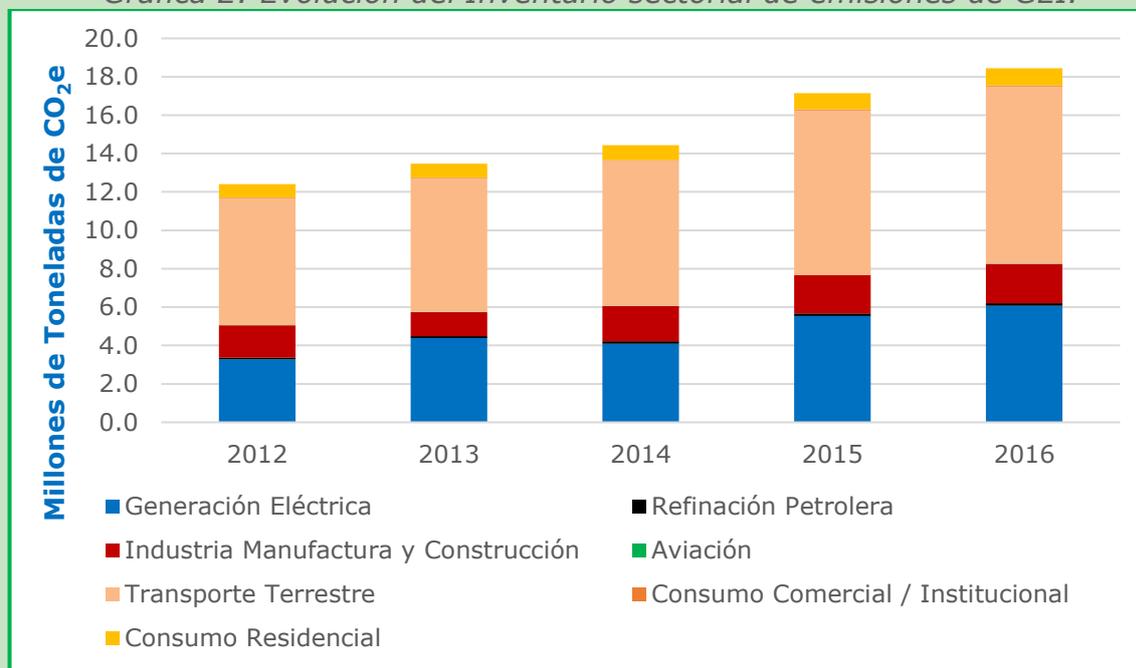
2.1 INVENTARIOS DE GEI SECTOR ENERGÍA

Los gases de efecto invernadero contabilizados dentro del inventario sectorial realizado por el MEM son: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O).

Las estimaciones obtenidas de los cálculos, posteriormente son unificados estandarizando las emisiones de cada gas de efecto invernadero de acuerdo a su potencial de calentamiento global en un horizonte de tiempo definido (generalmente de 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. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

Gráfica 2: Evolución del Inventario sectorial de emisiones de GEI.



Fuente: Informe Balance Energético 2016, MEM.

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. Esto quiere decir, que el sector energético del país ha aumentado sus emisiones de GEI a un promedio de crecimiento anual de 9.3%.

Tabla 1: Evolución de las emisiones de GEI del sector energía en Millones de Toneladas de CO₂e.

Emisiones de GEI Sector Energía	2012	2013	2014	2015	2016
Generación Eléctrica	3.27	4.38	4.10	5.54	6.07
Refinación Petrolera	0.10	0.11	0.13	0.13	0.13
Industria Manufactura y Construcción	1.68	1.25	1.83	2.00	2.05
Aviación	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Transporte Terrestre	6.60	6.98	7.56	8.59	9.23
Consumo Comercial / Institucional	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
Consumo Residencial	0.71	0.70	0.77	0.84	0.90
TOTAL	12.41	13.47	14.43	17.14	18.44

Fuente: Informe Balance Energético 2016, MEM.

Este crecimiento de emisiones de GEI se debe 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. (Dirección General de Energía, 2017)

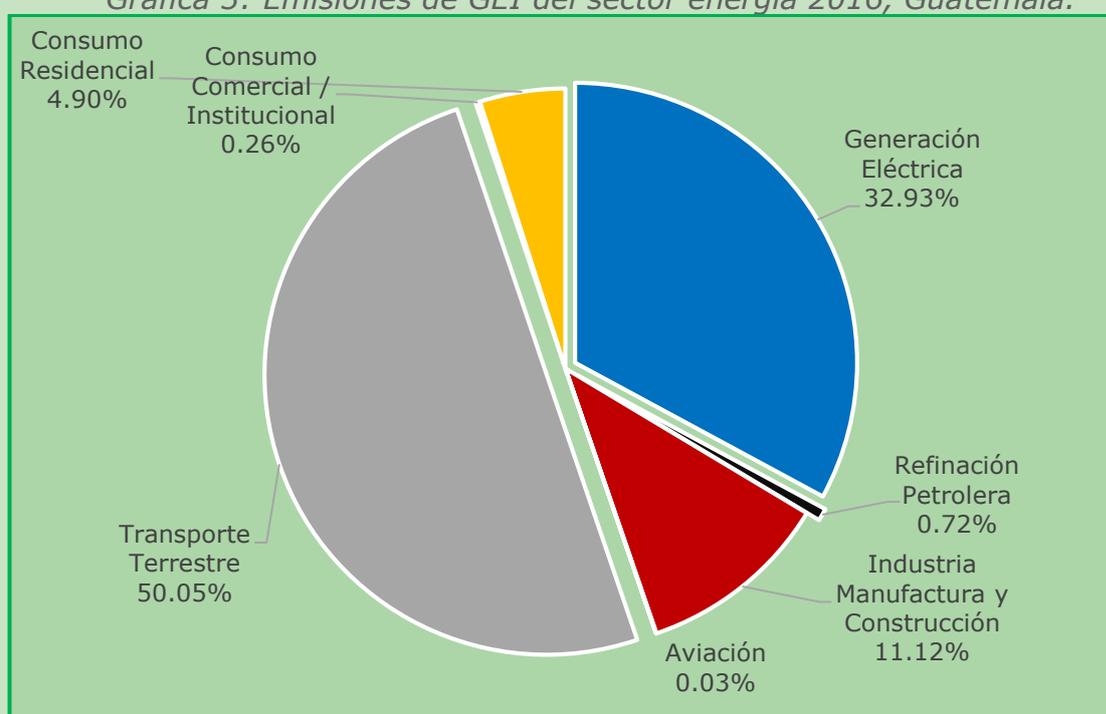
Durante el año 2016, las actividades del sector energía, emitieron 18.44 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. De las cuales, aproximadamente el 50% corresponden al transporte terrestre y seguidamente el 32% corresponden a las actividades de generación eléctrica. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

Tabla 2: 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: Informe Balance Energético 2016, MEM.

Gráfica 3: Emisiones de GEI del sector energía 2016, Guatemala.



Fuente: Informe Balance Energético 2016, MEM.

2.2 COEFICIENTES DE EMISIÓN Y FACTOR DE RED

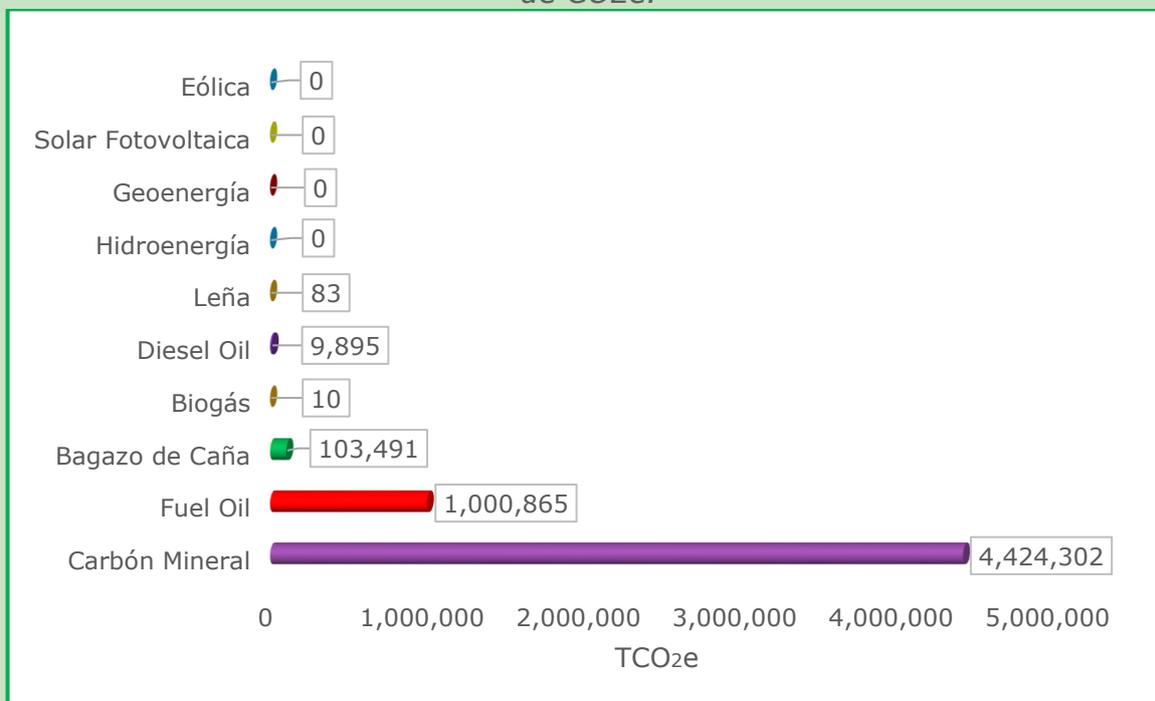
Los coeficientes de emisión del sector eléctrico en Guatemala son indicadores de eficiencia que determinan la cantidad de emisiones de GEI liberadas por la generación o consumo de energía eléctrica. Sus dimensionales son:

$$\text{Coeficientes de emisión} = \left[\text{Kg } CO_2e / \text{KWh} \right]$$

Los coeficientes de emisión son calculados en función del total de emisiones de GEI por cada tipo de combustible, expresadas en CO₂e, y su relación con la generación eléctrica total producida por cada uno de estos. (Dirección General de Energía, 2017)

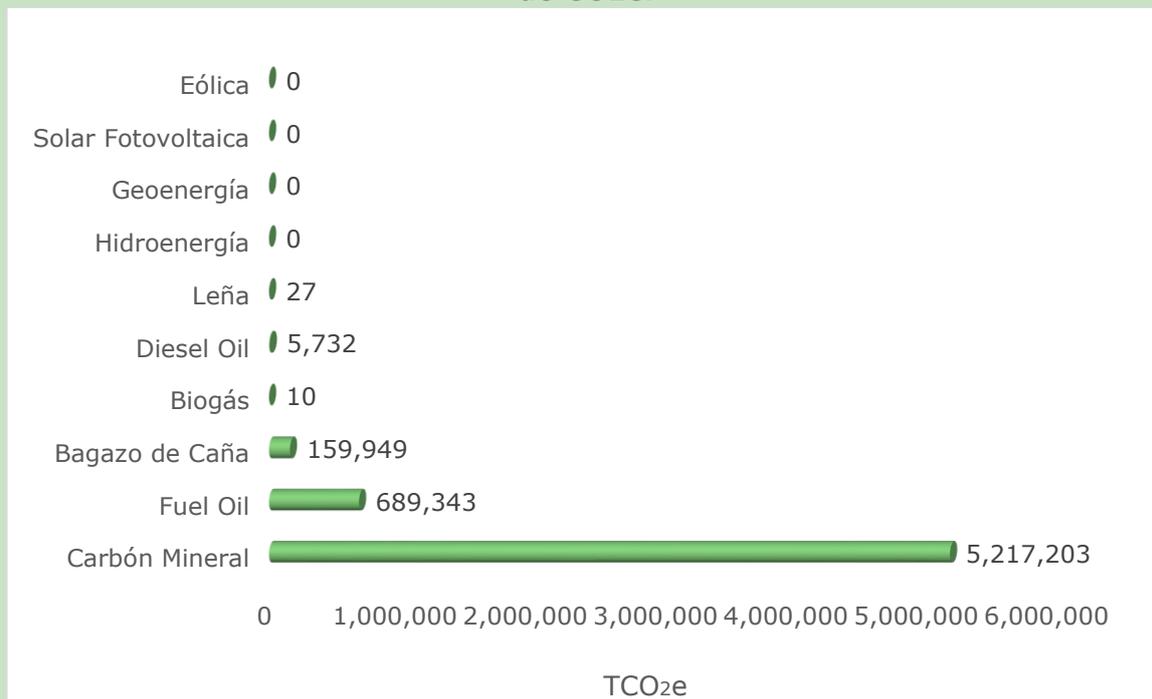
Las emisiones de GEI producidas por la generación de energía eléctrica en la red eléctrica nacional, según el tipo de combustible, se muestran a continuación para los años 2015 y 2016:

Gráfica 4: Emisiones de GEI por la generación eléctrica 2015, en Toneladas de CO₂e.



Fuente: Balance Energético 2015, MEM.

Gráfica 5: Emisiones de GEI por la generación eléctrica 2016, en Toneladas de CO₂e.



Fuente: Balance Energético 2016, MEM.

Por lo tanto, los coeficientes de emisión para cada uno de los combustibles destinados a la generación de energía eléctrica, para los años 2015 y 2016 son:

Tabla 3: Coeficientes de emisión por tipo de combustible 2015.

Generación por tipo de Combustible	Factor de Emisión [Kg CO ₂ e / KWh]
Carbón Mineral	1.3074
Fuel Oil	0.6619
Bagazo de Caña	0.0446
Biogás	0.0007
Diesel Oil	0.7498
Leña	0.1019
Hidroenergía	0.0000
Geoenergía	0.0000
Solar Fotovoltaica	0.0000
Eólica	0.0000

Fuente: Balance Energético 2015, MEM.

Tabla 4: Coeficientes de emisión por tipo de combustible 2016.

Generación por tipo de Combustible	Factor de Emisión [Kg CO ₂ e / KWh]
Carbón Mineral	1.3173
Fuel Oil	0.6641
Bagazo de Caña	0.0604
Biogás	0.0007
Diesel Oil	0.7814
Leña	0.1515
Hidroenergía	0.0000
Geoenergía	0.0000
Solar Fotovoltaica	0.0000
Eólica	0.0000

Fuente: Balance Energético 2016, MEM.

Derivado de la obtención de la cantidad de emisiones de GEI por tipo de combustible y su coeficiente de emisión, el MEM calcula anualmente el factor de emisiones de la red eléctrica nacional. Estos factores de emisiones de la red (Factor de Red) son la proporción cuantitativa que determina la cantidad de emisiones de GEI liberadas por el consumo de energía eléctrica de la red nacional.

Para el año **2015**, el factor de red fue de **0.4742 Kg CO₂e / KWh** consumido, mientras que para el año **2016**, el factor de red fue de **0.4877 Kg CO₂e / KWh**.

3 MODELOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA GUATEMALA

Para establecer una estrategia de reducción de emisiones para el sector energético del país, es necesario establecer 4 modelos que funcionarán en forma de estructura para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Los cuatro modelos descritos son:

1. *Políticas voluntarias de reducción de emisiones.*
2. *Establecimiento de regulaciones y estándares de desempeño.*
3. *Sistema de comercio de emisiones (Modelo ETS)*
4. *Impuesto al carbono.*

Los cuatro modelos serán integrados para garantizar una estructura funcional de reducción de emisiones que sea sostenible con el tiempo permitiendo alcanzar las metas de reducción de emisiones en el sector energético del país.

Para el desarrollo de los siguientes modelos es necesario establecer los siguientes conceptos y figuras que juegan un papel importante en el desarrollo de esta estrategia:

1. **Emisores:** *son todas aquellas industrias o personas que producen emisiones de GEI en un **alcance 1**, según lo define la metodología de límites operacionales de "Protocolo de gases de efecto invernadero"*
2. **Consumidores:** *Son todos aquellos que consumen productos o servicios y generan emisiones de GEI en un **alcance 2**, según lo define la metodología de límites operacionales de "Protocolo de gases de efecto invernadero"*

Por lo tanto, es necesario definir los alcances de la siguiente manera:

1. **Alcance 1:** *Son emisiones directas de GEI. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión de calderas, hornos, vehículos etc. que son propiedad de una entidad o persona en particular.*

2. **Alcance 2:** *Emisiones indirectas de GEI asociadas al consumo de electricidad y consumidas por la entidad o persona en particular.*

3.1 POLÍTICAS VOLUNTARIAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Este modelo de reducción de emisiones es el más económico de implementar y cumple con 3 grandes objetivos:

1. *Proveen información sobre las emisiones de GEI y sus consecuencias.*
2. *Crean conciencia entre los consumidores y los emisores.*
3. *Sirven como puente hacia la aplicación de otras estrategias de reducción de emisiones.*

Este modelo está orientado a que tanto los consumidores como los emisores, tomen mejores decisiones para reducir sus emisiones en todas sus actividades, a través del desarrollo de la conciencia.

La aplicación de este modelo, es una forma fácil de preparar a los consumidores y a los emisores para la implementación de estrategias más agresivas. Algo muy importante de resaltar es que los emisores pueden prepararse únicamente si los consumidores se encuentran informados.

La forma en que funcionan las políticas voluntarias está dividida en dos etapas:

1. *Los emisores y los consumidores pueden tomar mejores decisiones para reducir sus emisiones si se les provee de información y concientización para poder escoger productos etiquetados o provenientes de fuentes con bajas emisiones.*
2. *Este modelo puede persuadir a los emisores para establecer acuerdos voluntarios con la industria energética para reducir sus emisiones.*

La información puede ser llevada a los consumidores a través de:

- **Campañas de concientización:** Estas proveen a los consumidores concientización sobre la importancia, la naturaleza y los beneficios económicos de consumir productos provenientes de bajas emisiones. La información proporcionada a los usuarios puede ayudar a eliminar las dudas en cuanto a las medidas que se deben adoptar, ya sea en eficiencia energética, movilidad urbana o cambio de tecnologías.
- **Etiquetado:** Las etiquetas deben indicar a los consumidores sobre la información de desempeño de los productos. Por ejemplo, las etiquetas de huella de carbono indican la cantidad de emisiones necesarias para generar ese producto.
- **Capacitación:** Aumenta las habilidades, el conocimiento y las acciones a tomar por parte del gobierno y las empresas para la reducción de emisiones. Por ejemplo, en el sector público mejoran las capacidades de las personas para reforzar las políticas de reducción de emisiones. En el sector privado, las capacitaciones mejoran las capacidades de implementación de medidas y obtención de mejores tecnologías.
- **Acuerdos Voluntarios entre el gobierno y la industria:** Las negociaciones y tratados formales entre el gobierno y la industria ayudan a negociar objetivos y metas para la reducción de emisiones. Estos acuerdos deben ser:
 - Completamente voluntarios.
 - Negociadas para preparar a la industria sobre futuros impuestos o regulaciones.
 - Deben ser combinadas con otros instrumentos de reducción de emisiones.

Es importante tomar en cuenta las siguientes acciones para la implementación y el diseño de una estrategia voluntaria de reducción de emisiones:

1. **Identificar oportunidades:** básicamente existen tres tipos de oportunidades que pueden ser aprovechadas,

a. Información, sobre los beneficios netos obtenidos.

b. Persuasión moral, esto requiere de bajos costos de inversión al informar sobre los beneficios de la utilización de energías renovables y alternativas, la eficiencia energética. Las campañas de persuasión moral pueden ser usadas para convencer a los emisores de escoger una opción de bajas emisiones, basado en beneficios ambientales.

c. Combinar múltiples instrumentos entre voluntarios y otros con el mismo objetivo de reducción de emisiones.

2. **Segmentación del grupo objetivo:** al igual que una buena estrategia de marketing funciona al hacer segmentaciones del público debido a que cada grupo tiene necesidades diferentes. Por ejemplo: el sector residencial, industrial y sector público.

El sector residencial individual o colectivo, regularmente no tienen muchas opciones económicas de donde escoger ni el tiempo para hacerlo. Por lo tanto, las campañas de información y concientización-motivación pueden causar grandes impactos en los consumidores-emisores.

Las empresas y las industrias trabajan en mercados competitivos, generalmente son buenos para optimizar recursos. Por ello, programas de motivación, como los programas de etiquetado, pueden crear efectos al crear nuevas demandas y nuevos incentivos por productos de bajas emisiones. Al darles capacitación y apoyarlos a identificar e implementar acciones de bajas emisiones. Por lo tanto, el gobierno puede negociar con el sector industria para crear acuerdos voluntarios para la reducción de emisiones.

El sector público necesita información y capacitación para reducir sus propias emisiones y plantear acciones económicas para

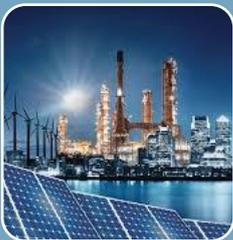
establecer una demanda orientada a los productos y servicios de bajas emisiones.

Ilustración 6: Segmentación y necesidades del grupo objetivo.



Residencial

- Información
- Motivación



Industrial

- Motivación
- Capacitación
- Acuerdos Voluntarios



Público

- Información
- Capacitación

Fuente: Elaboración propia.

3. **Impactos Esperados:** Es necesario establecer cuáles serán los resultados y las metas de reducción de emisiones que fueron estimadas. Algunos factores clave, determinan cuan efectivas serán las medidas implementadas. Este análisis puede llamarse, "impactos Pre Medida" que indican las emisiones reducidas esperadas como resultado de la implementación de las medidas.

Los programas voluntarios de reducción de emisiones, son por lo tanto, complementos importantes para políticas más agresivas.

4. **Combinación de información:** Distintos programas de información pueden ser implementados para establecer las bases de una mejor comprensión de la visión de bajas emisiones. Estos

tipos de campañas de información funcionan mejor si son combinados con otros programas de información. Por ejemplo: identificar diferentes programas de información combinados en una estrategia verde que pretende hacer conciencia pública sobre la aceptación de un estilo de vida sostenible.

- 5. *Combinación Voluntaria:*** Los programas voluntarios pueden combinarse con programas regulatorios del mercado. Los programas de información pueden mejorar los programas del mercado a través de crear conciencia entre los usuarios (emisores) que responderán más efectivamente a las regulaciones e incentivos del mercado.

Cuando las personas son previstas de herramientas que les ayudan a entender mejor los costos y beneficios de los programas de reducción de emisiones, ellos pueden recibir más fácil las regulaciones futuras del mercado.

Los programas de regulaciones en el mercado, pueden incentivas a las empresas a negociar y aceptar una política más ambiciosa acuerdos voluntarios y reducción de emisiones.

- 6. *Monitoreo y Evaluación:*** Esto permite evaluar cuan efectivas son las compañías de información y el impacto de las mismas. Esto puede ser incorporado en todos los aspectos del programa implementado. Es necesario también considerar la línea de tiempo del programa para identificar cambios necesarios en el programa. Estas evaluaciones son comparadas al final de los programas para ver los resultados e impactos del programa.

3.2 REGULACIONES Y ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO

Los estándares y regulaciones son uno de los principales tipos de instrumentos para la reducción de emisiones.

- **Regulaciones:** *El gobierno podría considerar las regulaciones porque es un formato de mandato que incita a los emisores a reducir sus emisiones. Una falla en el mercado es que no contabiliza la degradación del ambiente que causan las emisiones de GEI y esto es una justificación para que el gobierno pueda implementar regulaciones que ayuden a corregir este problema.*

Las regulaciones pueden dividirse en dos categorías:

1. **Estándares Tecnológicos:** *especifican el mandato de mitigación que las tecnologías y métodos de producción deben reducir.*
2. **Estándares de Desempeño:** *indican el nivel mínimo de desempeño en términos de emisiones producidas. Cada enfoque tiene diferentes características que impactan a los emisores.*

Más específicamente, los estándares de tecnologías ofrecen gran simplicidad porque determinan el tipo de tecnología a utilizar. Los estándares de desempeño no requieren un tipo de tecnología específica, estas son más flexibles porque las empresas pueden escoger como cumplir con el nivel de desempeño requerido.

3.2.1 REGULACIONES EN DIFERENTES SUB SECTORES ENERGÉTICOS DE GUATEMALA

- **Transporte:** *este es un sector clave responsable de las emisiones en varios países. Las regulaciones en este sector son aplicadas a menudo a los productores de vehículos para reducir sus emisiones.*

Debido a que Guatemala no es un país productor de vehículos se puede establecer un enfoque a la economía / Eficiencia, indicando un nivel de utilización de los combustibles, a través de regular la calidad y contenido de carbono de los mismos a su ingreso al país.

Otra metodología a implementar es el estándar de desempeño de la utilización de biocombustibles que indica el mínimo de mezcla de biocombustible usado en autos. Por ejemplo, tal como el caso de Brasil.

- **Industria de la Energía:** *En este sector los estándares de desempeño pueden ser aplicados a las centrales generadoras. Estos estándares especifican los límites de emisiones de GEI provenientes de las centrales térmicas indicando el máximo de emisiones permitidas por unidad de generación.*

Es posible especificar el límite de GEI en cada central, especificada por kg CO₂ por MWh generado.

- **Edificios:** *en el sector comercial y residencial, los estándares de tecnología pueden ser muy efectivas al implementar la eficiencia energética y reducir emisiones. Esto puede lograrse a través del establecimiento de códigos energéticos para edificios.*
- **Industria:** *Este sector representa 1/3 del consumo global de energía y sus emisiones. Muchas instalaciones viejas e ineficientes aún existen en países industrializados y en desarrollo. Este sector representa una oportunidad para la implementación de estándares de eficiencia energética.*

Ahora es necesario establecer los aspectos necesarios para el correcto diseño e implementación de los estándares tecnológicos y de desempeño en los sub sectores energéticos de Guatemala:

1. **Definir el Estándar:** *La severidad de la regulación define el nivel de ambición de la misma. Esto determina cuales son los cambios necesarios en las regulaciones actuales y el mejor resultado que se puede obtener para la reducción de emisiones. La severidad de*

la regulación determina que tan agresivo es el estándar de desempeño. La importancia del apoderamiento de los interesados debe ser transparente para asegurar la legitimidad de los acuerdos con la industria para alcanzar los objetivos.

2. **Cobertura:** *Es necesario establecer el alcance de la regulación, dado que las regulaciones requieren de específicas tecnologías o resultados. Para los vehículos, puede ser implementar el promedio de eficiencia de combustibles. Para la generación puede ser reducir las emisiones de GEI producidas por MWh o quizás la utilización de una mezcla de energía renovable.*
3. **Flexibilidad de los Mecanismos:** *esto permite reconocer los costos de cumplimiento que varían de emisor a emisor y trabajar con bajos costos y por lo tanto, permitir más estándares ambiciosos.*

Por ejemplo, en Canadá, la meta para las empresas es reducir la intensidad de sus emisiones en 12%. La política define múltiples opciones para su cumplimiento; las empresas pueden reducir sus emisiones y con ello su intensidad, pero si esta reducción resulta costosa para la empresa, pueden comprar créditos adicionales a otras empresas que hayan superado ese umbral de 12%. Las empresas también pueden comprar los créditos directamente al gobierno, que reinvierte esos fondos en proyectos de reducción de emisiones. Esto se desarrolla en el próximo apartado de este documento.

4. **Gestión de las regulaciones en el tiempo:** *Es necesario considerar los tiempos en los que la regulación será ajustada. Los cambios tecnológicos implementados a lo largo del tiempo pueden volver fáciles de cumplir las regulaciones y no reflejar la disponibilidad de nuevas o más tecnologías eficientes.*

Las regulaciones por lo tanto deben continuar mejorando los índices de reducción de GEI por la disponibilidad de tecnologías y

no cambiar drásticamente para no volver impredecible el cumplimiento.

5. Incentivar la Innovación: *Las regulaciones deben incentivar la innovación de nuevas y revolucionarias tecnologías de reducción de GEI. Por ejemplo: los niveles de eficiencia en electrodomésticos que en un principio establecían un nivel mínimo requerido de eficiencia. Con el transcurso de los años, los niveles de eficiencia y estándares tecnológicos han ido mejorando adaptando nuevos niveles mínimos de eficiencia cada vez más ambiciosos y de acuerdo al avance de las tecnologías.*

6. Monitoreo y Evaluación: *El monitoreo de una regulación o estándar es crítico para determinar la calidad de las implementaciones. Monitorear de forma coordinada los procesos puede reducir los costos de la regulación y mejorar los resultados. Por lo tanto, las regulaciones deben ser claras y medibles para que sean fáciles de monitorear por los emisores mismos. Cuando los emisores entiendan como pueden mejorar su rendimiento y cumplir con el estándar, serán más inclinados a su cumplimiento.*

También es necesario establecer cuáles son las ventajas y limitaciones de las regulaciones:

- **Ventajas:**

1. *Proveen certeza sobre los resultados ambientales.*
2. *Amplia comprensión de los programas implementados.*
3. *Enfoque pragmático que afecta a una amplia gama de emisores y productos o servicios.*

- **Limitaciones:**

1. *No tan fáciles de determinar de acuerdo a los impactos.*
2. *Son menos efectivos que los instrumentos basados en mercados.*
3. *Proporcionan bajos incentivos a algunas industrias.*
4. *Requieren innovaciones frecuentes a lo largo del tiempo.*

3.3 SISTEMA DE COMERCIO DE EMISIONES

Los sistemas de comercio de emisiones se basan en los comercios de derechos de emisiones. Esto también se conoce como el Modelo ETS.

Estos sistemas de comercio de emisiones definen la cantidad de emisiones que pueden ser reducidas, estableciendo un mercado que genera incentivos económicos para lograr los requerimientos de reducción de emisiones.

¿Cómo funcionan?

- 1. Estableciendo un precio al carbono a través de la creación de un mercado de reducción de emisiones.*
- 2. Reducir GEI con costos efectivos.*

Primero, el comercio de emisiones comúnmente se refiere a los modelos ETS, que pueden ayudar a reducir las emisiones. Las ETS establecen un precio al carbono para la creación de mercados de reducción de emisiones. Los costos ambientales de las emisiones de GEI son internalizados al mercado y el precio establecido crea incentivos para las empresas y los usuarios para la reducción de emisiones.

Segundo, los ETS pueden alcanzar las reducciones de emisiones a través de los mercados de carbono, que permiten alcanzar las metas de reducción de emisiones a un bajo costo, minimizando los costos económicos del sistema.

Principios de los mercados de emisiones:

Primero, el gobierno establece el límite (O captura) de un total anual porcentual de GEI que pueden ser emitidos por las empresas, fabricas, generadoras y otras instalaciones del sistema. La captura es decreciente con el tiempo para reducir el total de emisiones capturadas de la atmosfera. La captura por lo tanto, refleja el nivel de ambición del programa.

La captura, es operada para proveer o vender certificados de emisiones permitidas para cada instalación. Cada instalación puede obtener suficientes certificados para cubrir sus propias emisiones. El total de certificados in el sistema es "la captura".

Por lo tanto, las emisiones no son permitidas fuera de estos certificados que equivalen al derecho de emisión (permiso de emisión) de cada instalación.

Para cumplir con la política, los emisores pueden reducir tantas emisiones como sus certificados les permitan o pueden comprar certificados adicionales de otros emisores.

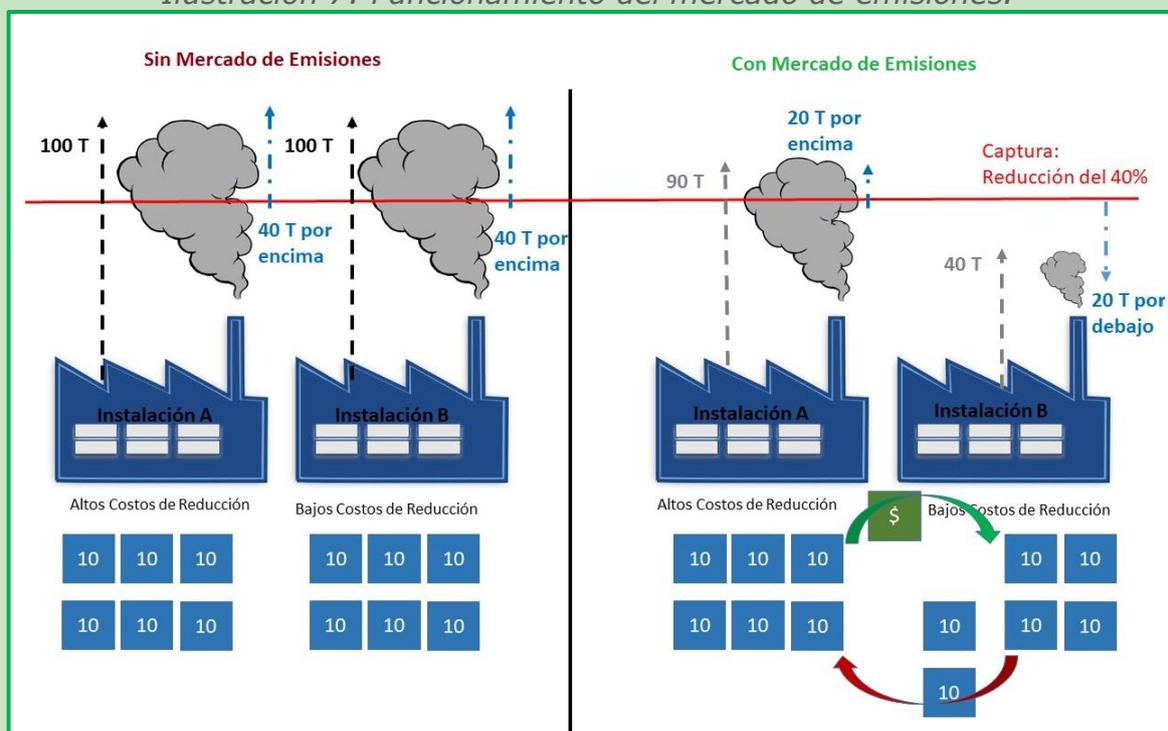
¿Cómo funciona el mercado de emisiones?

Para resolver esta interrogante, es necesario apoyarse en un esquema visual que permita una mejor comprensión del mercado de emisiones:

Considerar dos instalaciones: A y B. Ambas producen la misma cantidad de emisiones, pero los costos de reducción para la instalación B son menores que los de la instalación A.

El Comercio de emisiones es impuesto al mercado energético de Guatemala y para nuestro caso a estos emisores. Cada instalación obtiene 60 certificados (Permisos). Cada una de estas instalaciones es responsable de 100 toneladas de emisiones anuales.

Ilustración 7: Funcionamiento del mercado de emisiones.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

En la ilustración, cada "Box" representa 10 certificados por el permiso a emitir 10 toneladas de GEI. Para cumplir con la meta cada instalación debe reducir 40 toneladas de emisiones.

La instalación B puede reducir sus emisiones a un menor costo que la instalación A.

Por lo tanto, para que ambas instalaciones puedan reducir sus emisiones competitivamente, el mercado permite las transacciones que reducen el costo general para una misma cantidad de emisiones reducidas. La instalación B puede reducir más que 40% y vender sus certificados restantes (Excesos) a la instalación A, que emite más que la meta impuesta individual y evadir los costos adicionales por la reducción de emisiones.

En este caso, el costo de los certificados creados es fijado por el mercado de carbono. Ambas instalaciones pueden cumplir con la política a bajos costos.

Ahora es necesario establecer los aspectos necesarios para el correcto diseño e implementación de un mercado de carbono (ETS) en el sector energético de Guatemala:

1. **Cobertura y Alcance:** *Esto se refiere a que emisiones serán incluidas en el programa. Primero, ¿Que sectores serán incluidos? O ¿que emisores deben cumplir estas obligaciones? ¿Cuál es el mínimo permisible de la regulación? ¿Cuál será el grupo de emisiones a bajo costo? Y finalmente ¿Que GEI serán tomados en cuenta? ¿CO₂ o CO₂e?*
2. **Establecer la meta:** *Determinar el nivel de emisiones requeridas involucradas para establecer el nivel de captura que define la cantidad de GEI que se deben reducir.*

El Número de certificados que serán distribuidos en el mercado de emisiones que establecerán el precio del carbono. El propósito es establecer el objetivo ambiental del plan. Es decir, buscar la escala de emisiones y fuentes que cubran el esquema de comercio de emisiones durante un periodo de tiempo establecido.

El objetivo debe de ser dinámico con el tiempo. Normalmente, el objetivo requiere de pequeños niveles de reducción de emisiones, pero se vuelve más ambicioso con el tiempo, esto permite a los emisores ajustarse gradualmente al mercado y reduce el impacto económico. También permite que conozcan cómo funciona el esquema ETS con el tiempo.

- 3. Puntos de Obligación:** *esto define que entidades dentro del sector energético del país necesitarán requerimientos legales para responder a las obligaciones bajo el esquema de mercado de emisiones.*

Una gran parte de las emisiones de GEI se asocia típicamente con el uso de energía. Como resultado, un sistema de límite e intercambio podría establecer la responsabilidad de estas emisiones finales en varios puntos del ciclo de vida de la energía. Por un lado, la obligación podría aplicarse en sentido descendente; los consumidores finales son responsables de las emisiones de GEI que producen. Dicho de otra manera, es posible trasladar los costos a los usuarios finales.

- 4. Asignación de certificados:** *La manera en que los certificados son distribuidos entre los emisores tiene implicaciones fuertes en los resultados económicos del programa de mercado, aunque no afecta las emisiones totales.*

Una opción es distribuir los certificados a los emisores de forma gratuita basado en sus emisiones históricas o basadas en otra referencia como el rendimiento o intensidad de sus emisiones. Este enfoque puede reducir los costos totales de cumplimiento para los emisores, y así hacer que la política sea más aceptable desde el punto de vista político. También se puede usar para abordar problemas de fuga y competitividad. Sin embargo, puede llevar al cabildeo y presión política.

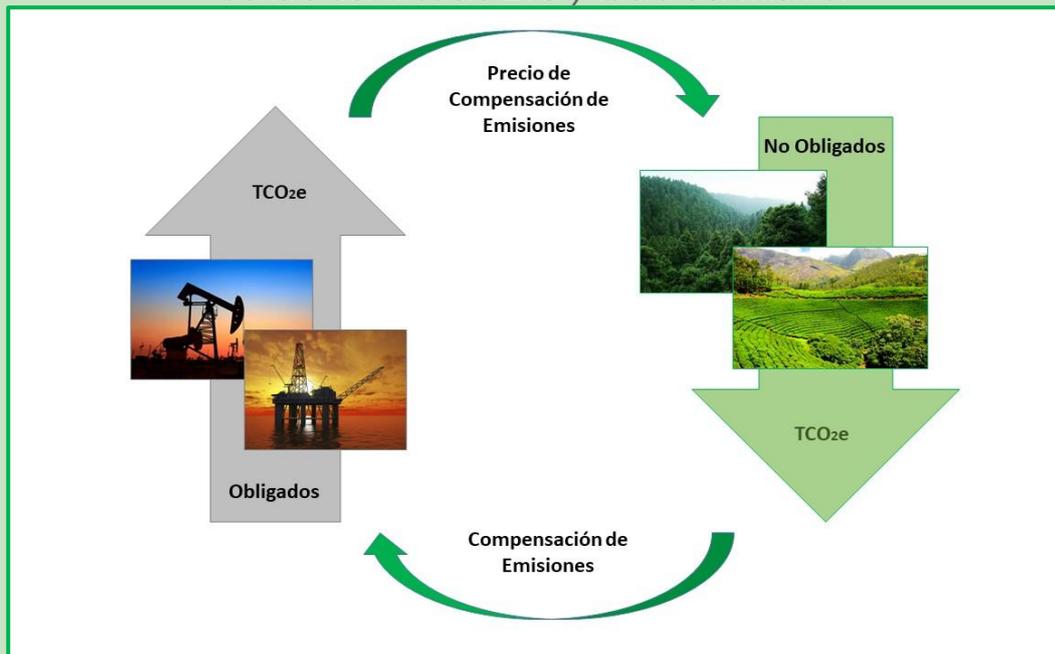
Otra opción es subastar los certificados entre los emisores. Los emisores compran certificados de una manera simple y

transparente y generan ingresos para el gobierno que pueden reciclarse de nuevo en la economía de varias maneras. Sin embargo, aumenta los costos totales de cumplimiento para los emisores.

Los enfoques combinados o híbridos con certificados gratuitos o subastados son permitidos.

5. **Compensaciones:** Los mecanismos de compensación permiten a los emisores que no forman parte del ETS buscar reducciones fuera del ETS, lo que amplía las opciones de reducción disponibles. Estas compensaciones son mecanismos clave para reducir el costo de los esquemas de comercio de emisiones ya que amplían la cobertura del ETS.

Ilustración 8: Modelo de compensación de emisiones para agentes obligados dentro del modelo ETS y fuera del mismo.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

Bajo un régimen de compensación, los emisores no regulados desde fuera del ETS pueden vender reducciones de emisiones a emisores regulados dentro del ETS. Las fuentes de emisiones pueden estar fuera de la cobertura del ETS porque tienen emisiones que son difíciles de cubrir, como la silvicultura o la

agricultura. Sin embargo, si estos emisores pueden demostrar una reducción clara y adicional que no habría ocurrido sin una inversión adicional, pueden generar y vender un crédito de compensación. Siempre que el precio de las compensaciones sea menor que el precio de mercado del carbono en el ETS, permitir compensaciones puede reducir el costo general del modelo ETS.

Las compensaciones tienen desafíos y riesgos. En primer lugar, las compensaciones requieren una amplia revisión y monitoreo por parte de terceros o agencias reguladoras para garantizar que el desplazamiento conduzca a una reducción de emisiones adicional y permanente. Es decir, la reducción de emisiones solo habría ocurrido con la inversión del precio de compra compensado, y las emisiones evitadas serán de larga duración.

6. **Enlaces:** *Un esquema de comercio de emisiones también puede diseñarse para vincularse con otros esquemas. Bajo un enfoque vinculado, las asignaciones de mercados (otros ETS) o sistema de compensación se pueden utilizar para cumplir con un límite fijado. Esto aumenta aún más la flexibilidad al permitir la compra de reducciones de emisiones de otras jurisdicciones.*

El enlace entre comercios de emisiones puede suceder de 2 formas. La primera, puede ser de 2 vías, donde los mercados reconocen entre sí los certificados y los fondos de ambos modelos. La segunda, donde los certificados únicamente pueden fluir en una dirección.

7. **Flexibilidad Inter Temporal:** *El comercio de certificados entre emisores de mercados lleva a un costo beneficio de reducción de emisiones porque provee flexibilidad en cuanto a donde ocurrieron las reducciones de GEI. Esto define donde las reducciones pueden proveer de mayor flexibilidad al programa.*

La banca permite a los emisores reducir más emisiones en el periodo de cumplimiento actual, pero alguno en periodos posteriores. La banca puede mejorar la eficiencia económica, pero también puede reducir el número total de emisiones si se asignan

demasiadas asignaciones en los primeros períodos de cumplimiento.

El endeudamiento permite a los emisores reducir más emisiones en períodos de cumplimiento posteriores y menos emisiones en el período actual. Si bien los préstamos pueden mejorar la eficiencia económica, pueden retrasar las reducciones y potencialmente generar presiones políticas para debilitar los límites en el futuro.

8. **Cumplimiento, MRV y Registros:** Para que un ETS genere reducciones reales de emisiones de GEI, debe contar con protocolos y procesos para garantizar que las entidades reguladas cumplan con sus obligaciones. Se debe configurar un sistema para monitorear, informar y verificar. Tal sistema ayudará a garantizar que las emisiones se midan y contabilicen adecuadamente para que el ente rector del sector energético pueda aplicar el límite a las emisiones de manera correcta.

Ilustración 9: Protocolo MRV para asegurar la integridad de la reducción de emisiones.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

Este proceso debe ser independiente para garantizar que los datos e información se hayan supervisado de acuerdo con los requisitos y sean materialmente correctos.

9. **Arreglos Institucionales:** *definen la infraestructura técnica y legal que se debe cumplir para administrar el programa de comercio de emisiones con el tiempo. Esto debe quedar constituido en un marco legal con reglas que requieren que los emisores hagan coincidir sus emisiones con un número suficiente de permisos y que hagan cumplir los emisores para cumplir.*

En primer lugar, la configuración de políticas, incluida la definición de la cobertura, el enfoque, la asignación de certificados y los métodos de MRV, debe ser claramente establecida por los responsables de la formulación del programa en la etapa inicial y revisada a lo largo del camino.

En segundo lugar, deben definirse las cuestiones operativas; es decir, cómo se implementa la configuración del programa y por quién. Esto requiere establecer registros que las autoridades puedan usar para monitorear y administrar el mercado.

En tercer lugar, se requiere la supervisión del mercado o la implementación de disposiciones que puedan ayudar a evitar el abuso de los poderes del mercado y el fraude en el mercado de carbono, para establecer un mercado creíble y confiable. Estas instituciones pueden integrarse preferentemente en las disposiciones establecidas para otros mercados de productos básicos y financieros.

10. **Registros:** *Un registro de comercio de emisiones es una base de datos para recopilar, verificar y rastrear los datos de emisiones de los emisores.*

Los registros son cruciales para garantizar un proceso de MRV confiable. Son esenciales para las transacciones y, por lo tanto, para el comercio de certificados. Más específicamente, los registros contienen un seguimiento de la información que registra el tipo de información que usted ve aquí.

Los registros permiten a los reguladores y las autoridades nominadas administrar las industrias reguladas y supervisar el

cumplimiento y el desempeño nacional frente a los objetivos nacionales y las obligaciones de reducción de emisiones internacionales.

3.4 IMPUESTO DE CARBONO

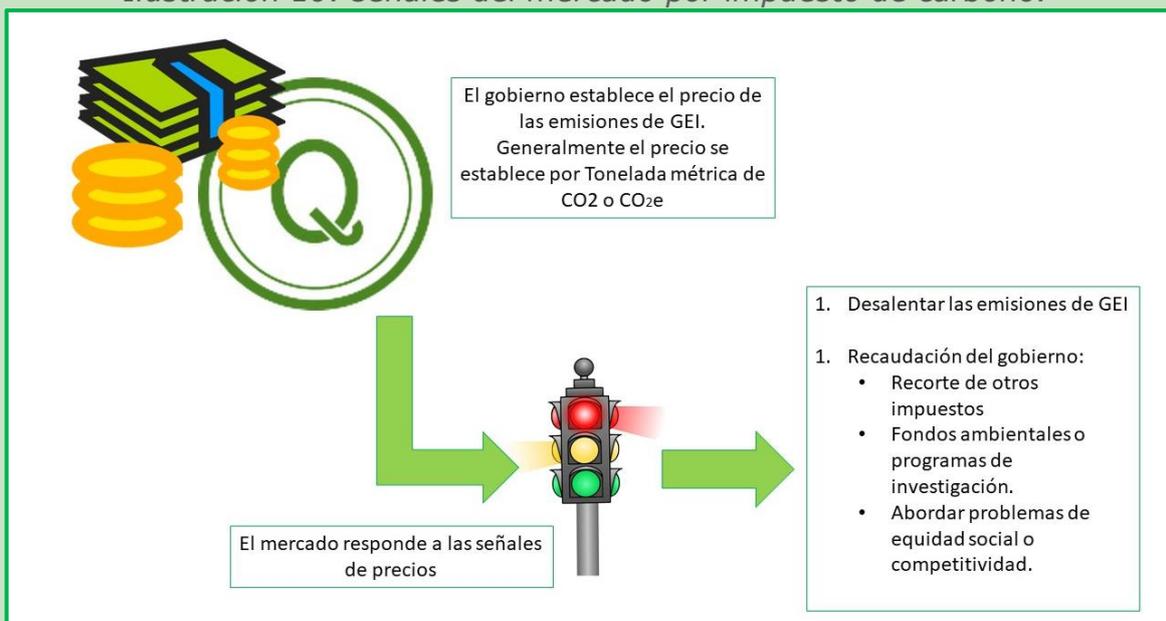
El impuesto de carbono pone un precio para las emisiones de GEI que reflejan los impactos y daños ambientales causados por ellos. El precio es típicamente expresado como un impuesto por tonelada métrica de Carbono equivalente. El precio del carbono crea una señal al mercado, por lo tanto, el costo del carbono se convierte en un factor económico que hacer tomar decisiones a los emisores y consumidores. Con el tiempo los esfuerzos se encaminan a reducir las emisiones de GEI.

Los impuestos de carbono tienen 2 resultados principales:

- *El primer resultado es reducir las emisiones.*
- *El segundo resultado son los ingresos al gobierno por recolectar el impuesto.*

Con un nuevo impuesto circulando el gobierno pueden recortar otros impuestos, financiar programas ambientales o de investigación para abordar problemas de equidad social o competitividad.

Ilustración 10: señales del mercado por impuesto de carbono.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

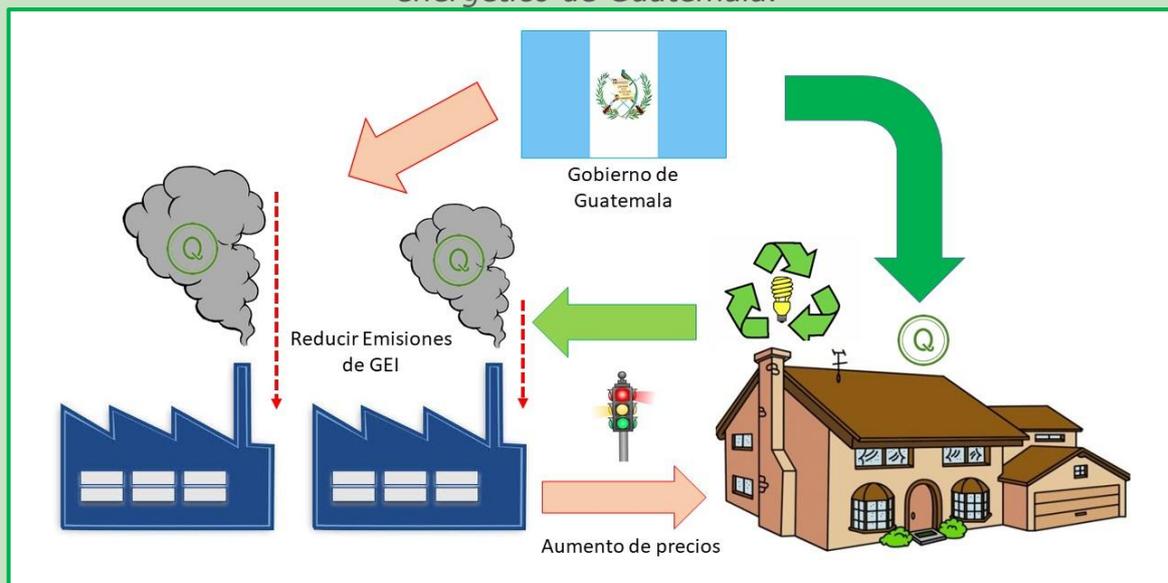
Los impuestos de carbono pueden ser una política fiscal inteligente para abordar la economía ambiental y beneficios sociales.

El precio definido del carbono es lo que diferencia un régimen de impuestos sobre el carbono de un esquema de limitación e intercambio. Si bien los esquemas de límite e intercambio brindan certidumbre ambiental, los impuestos al carbono brindan certidumbre sobre el precio del carbono.

Principios del Impuesto de Carbono

Para poder darle una mejor explicación al principio de los impuestos de carbono, es necesario considerar 2 grandes emisores y el gobierno les impone el impuesto al carbono. Los emisores ahora tienen que pagar un costo extra por tonelada de GEI.

Ilustración 11: Funcionamiento del impuesto de carbono en el sector energético de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

Algunos de estos costos son transferidos a los usuarios finales a través de mayores precios de energía. Esto crea una señal en los consumidores para reducir la intensidad de consumo de energía y emisiones. Esto hace más atractiva la posibilidad de generar energía limpia y barata. Junto con los mayores costos de emisiones para las entidades de emisión intensa, creará incentivos para invertir en energía más limpia.

Durante el proceso, el gobierno distribuirá algunos de los ingresos por el impuesto de carbono a los usuarios para compensar los costos altos de la energía. Por ejemplo: Esto puede ser incorporando al subsidio a la energía eléctrica en la tarifa social por parte del INDE o mediante otro mecanismos de compensación.

Impactos Esperados del Impuesto de Carbono

- 1- **Efecto de sustitución:** *al aumentar el precio de los bienes y servicios intensivos en carbono, crea un incentivo para comprar otros bienes o servicios de menor intensidad de carbono.*
- 2- **Efecto de eficiencia:** *de nuevo, al aumentar los precios por el alto contenido de carbono, crea incentivos para ser más eficiente y productivo en el uso de bienes y servicios.*
- 3- **Efecto de Innovación:** *el impuesto al carbono crea un incentivo, que fluye de los dos anteriores, para innovar en la creación de sustitutos y en el logro de la eficiencia por encima y más allá de los que ya existen.*

Un punto clave es que el costo adicional para los bienes y servicios con alto contenido de carbono crea condiciones en las que cada uno de esos efectos es constante y va en aumento.

Aspectos importantes a considerar

- 1- **Cobertura y puntos de imposición:** En primer lugar, el gobierno deben decidir sobre que combustibles o recursos aplicar el impuesto. Comúnmente los recursos incluyen: gasolina, carbón, gas natural (que no se utiliza en Guatemala) y electricidad. Un esquema ideal, incluiría todos los combustibles, sin embargo, es más fácil limitar el impuesto a los sectores o recursos con mayor participación de las emisiones de GEI. Las emisiones de CO₂ en el sector energía, son relativamente más fáciles de monitorear que otros sectores y gases como el metano en la agricultura.

Se necesita establecer un balance de los beneficios de tener una amplia cobertura de GEI con los costos administrativos. Países con sistemas de administración tributaria robustos pueden tener fácilmente costos bajos de administración del programa. Para el caso de Guatemala, este sistema de administración podría estar a cargo de la SAT y MINFIN y el MEM como ente rector del sistema al impulsar las variables técnicas que dan los lineamientos que se incorporarán al sistema administrativo.

El impuesto puede ser trasladado a los usuarios finales, comerciales y edificaciones. A través de este medio proveen una señal directa a los consumidores y esto es administrativamente complejo. El punto de imposición debería ser llevado proporcionalmente al contenido de carbono de los combustibles, en otras palabras, el total de emisiones de GEI resultantes de la combustión.

Es importante recordar, que aunque el impuesto se aplique arriba el costo siempre será trasladado a los usuarios finales.

2- ***Establecer el rango de impuestos:*** *El costo se establece por tonelada métrica de CO₂. El rango del impuesto puede ser establecido tomando en cuenta diferentes objetivos:*

- a. Enfoque en el costo social del carbono.*
- b. Enfocado en una meta de recaudación para el sistema tributario.*
- c. Enfocado a alcanzar una meta de emisiones evitadas.*

Un impuesto alto de carbono indica señales fuertes a los consumidores para cambiar sus hábitos, mientras un impuesto bajo no cambiará los hábitos pero proveerá al gobierno de fondos por concepto de recaudación.

3- ***Reciclaje de ingresos:*** *Los ingresos por el impuesto varían dependiendo de los diseños futuros en el rango, cobertura y punto*

de imposición. Por lo tanto existen 3 formas comunes de reciclar estos ingresos en el gobierno:

- i. **Pueden usarse para cambiar impuestos.** En otras palabras, estos ingresos pueden usarse para pagar reducciones de otros impuestos. Esta es una manera simple de reciclar los ingresos. A esto se le conoce como reciclaje neutral.
- ii. **Para el presupuesto del gobierno:** el dinero puede utilizarlo el gobierno directamente para crear fondos de mitigación u otros programas ambientales.
- iii. **Invertido en programas de desarrollo ambiental:** los ingresos pueden ser invertidos en programas ambientales o directamente en desarrollo de tecnologías limpias.

En Guatemala por ejemplo, el reciclaje de ingresos podría hacerse al recortar el subsidio al costo de la energía por parte del INDE establecido en la tarifa social y sustituir este recorte por los ingresos generados por el impuesto de carbono. De esta manera, se aliviaría la carga presupuestaria del INDE para financiar el subsidio a la tarifa social.

4- **Impactos Distribuidos:** Es necesario determinar el nivel de ingresos de las personas a quienes se les aplicará el impuesto. Es decir, que la población con escasos recursos no se vea afectada por un alto impuesto al carbono. Por ejemplo, los ingresos de carbono pueden destinarse para reducir otros impuestos regresivos o a reducir las tasas de impuestos para los hogares pobres. Otra opción es proporcionar a los hogares de bajos ingresos reembolsos de impuestos sobre el carbono.

5- **Requerimientos institucionales:** Los requisitos institucionales para administrar el impuesto de carbono, en comparación con el programa de mercado de carbono, un impuesto sobre el carbono es bastante simple de ejecutar y hacer cumplir. La recaudación de impuestos puede depender en gran medida de las estructuras

administrativas existentes; Sin embargo, ciertos nuevos sistemas administrativos tendrían que ser configurados.

Por ejemplo, la Superintendencia de Administración Tributaria - SAT- pueden tener que crear unidades adicionales para recaudar el impuesto y monitorear su cumplimiento.

Esto dependerá de qué tan bien desarrolladas estén las estructuras administrativas de la SAT para recaudar impuestos y declarar las emisiones anuales de gases de efecto invernadero desde el principio, así como de qué tan bien conservados estén los inventarios y las ventas de productos sujetos a impuestos.

Los costos administrativos de un impuesto sobre el carbono también dependen en gran medida de la base impositiva. Por ejemplo, a mayor cantidad de entidades imponibles, mayores pueden ser los costos de implementación. Un impuesto al carbono aguas arriba tiene el costo administrativo más bajo.

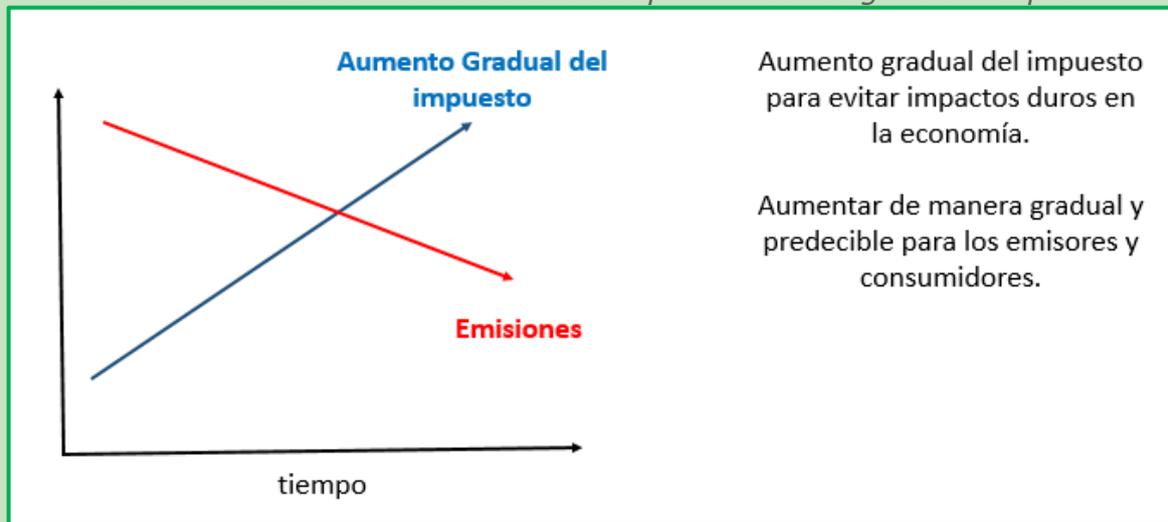
Para muchos países en desarrollo, un impuesto sobre el carbono aguas arriba es, desde el punto de vista administrativo, una propuesta mucho menos onerosa que la recaudación de impuestos sobre la renta personal de millones de personas en todo el país.

Por lo tanto, es más fácil aplicar el impuesto desde el inicio de la cadena de suministro energética que aplicarlo a la renta anual de una persona individual. Por ejemplo: Es más fácil aplicar el impuesto a la tarifa de energía eléctrica y que esta se traslade al usuario final en la factura de consumo que aplicarlo a la renta anual / mensual de cada contribuyente.

6- Administración del impuesto a lo largo del tiempo: *Cuando se trata de administrar el impuesto al carbono a lo largo del tiempo, es importante que la tasa de impuestos aumente gradualmente de manera predecible. Un cambio repentino en la tasa de impuestos podría impactar a la economía; idealmente, un*

impuesto sobre el carbono debería comenzar a un ritmo bajo y luego aumentar anualmente de manera gradual y predecible.

Ilustración 12: Administración del impuesto a lo largo del tiempo.



Fuente: Elaboración propia con información de World Bank Institute.

La tasa debe ajustarse a lo largo del tiempo, de modo que refleje nueva información sobre las tecnologías de reducción y el costo marginal y el beneficio marginal de la reducción. En el caso del reciclaje de ingresos, donde los ingresos de carbono se utilizan para reducir otros impuestos, también es importante aumentar el ritmo para mantener los ingresos reales constantes.

A medida que los emisores respondan al impuesto al reducir las emisiones, los ingresos tributarios totales tenderán a disminuir. Si la tasa del impuesto sobre el carbono no aumenta, los déficits se exacerbarán o será necesario aumentar otros impuestos.

7- Fugas y problemas de competitividad: También es necesario estar preparado para manejar algunos de los efectos perversos que un impuesto al carbono puede implicar.

Por ejemplo, el aumento de los costos de energía para las empresas puede dañar la competitividad de la industria o forzar a las empresas a trasladar sus operaciones al exterior para evitar el impuesto, lo que genera "fugas" de emisiones.

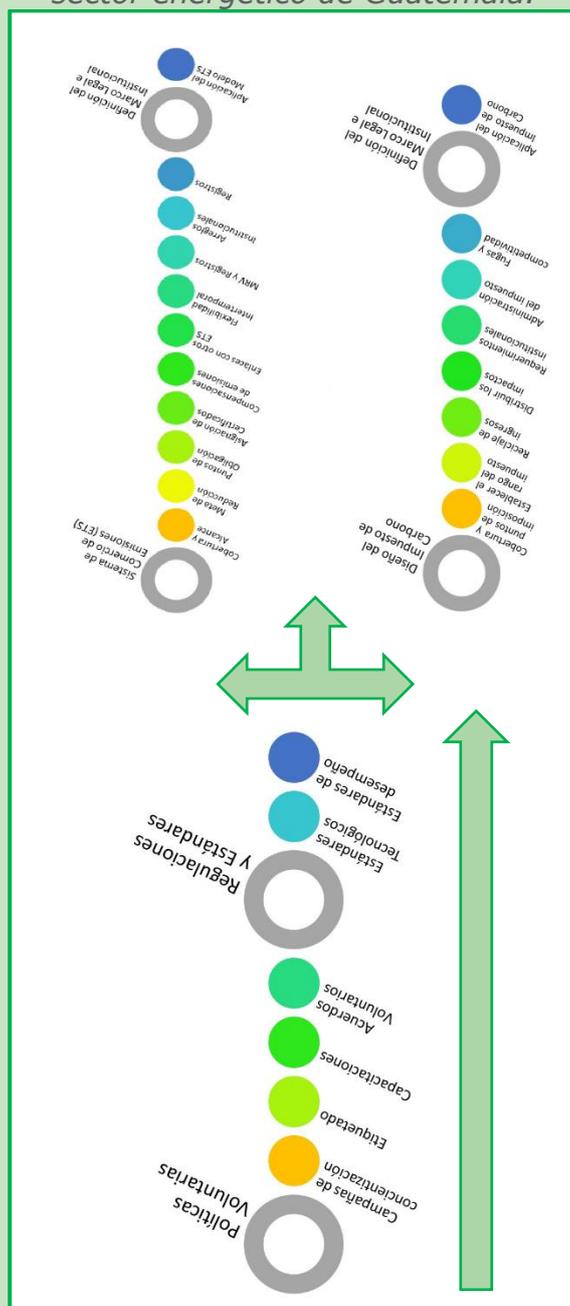
Algunos países simplemente eximen a los fabricantes de energía intensiva en sectores específicos o estratégicos de los impuestos al carbono o les permiten pagar tarifas reducidas.

Algunos otros países implementan los ajustes del impuesto en las fronteras. Es decir, pueden implicar la imposición del impuesto al carbono sobre las importaciones para proteger las industrias nativas y / o eliminar el impuesto al carbono sobre las exportaciones para reducir el incentivo de trasladar las operaciones a un país no sujeto a impuestos.

4HOJA DE RUTA GRÁFICA

A continuación se presenta una hoja de ruta elaborada para dar los pasos hacia una estrategia técnico – económica para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético del país:

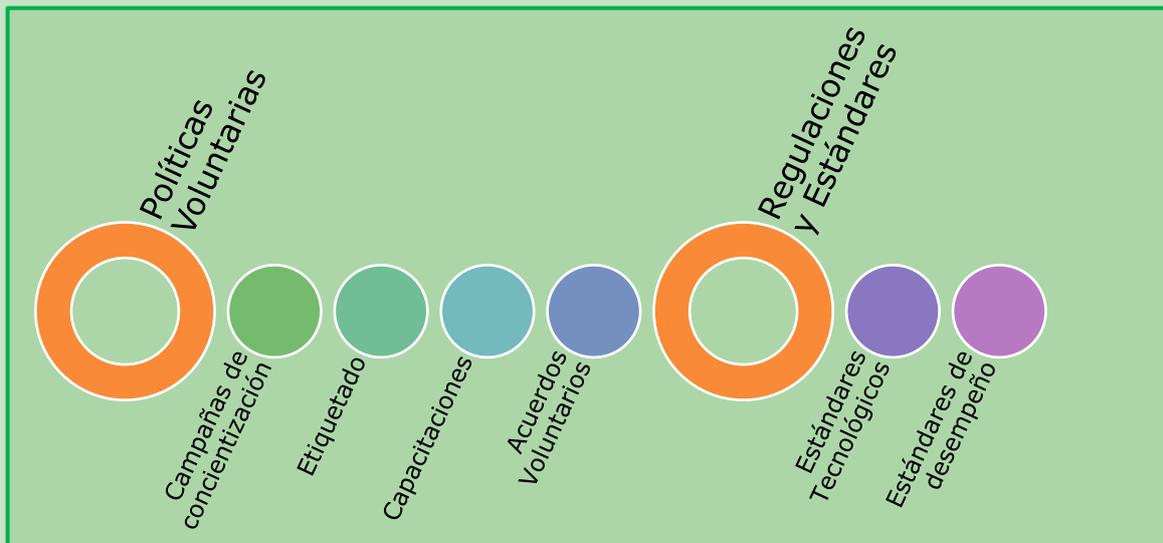
Ilustración 13: Hoja de Ruta para establecer un comercio de emisiones en el sector energético de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante establecer los primeros pasos para preparar a los emisores y consumidores hacia una ruta de país con bajas emisiones, ya sea utilizando un modelo de mercado de emisiones o un impuesto de carbono. Por lo tanto, los primeros pasos quedan establecidos de la siguiente forma:

Ilustración 14: Establecimiento de políticas voluntarias y regulaciones para preparar a los emisores y consumidores a una ruta de país baja en emisiones.

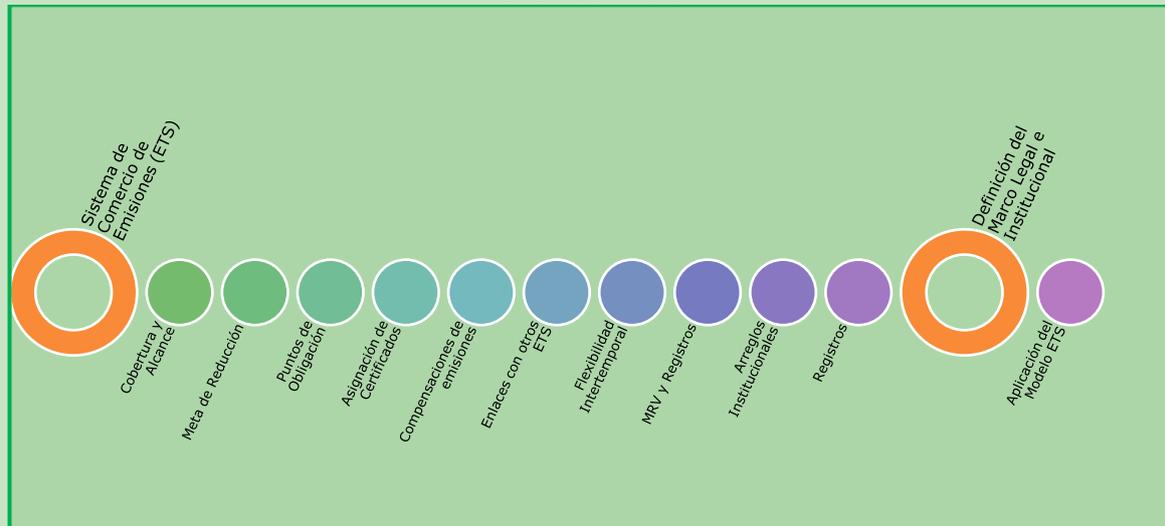


Fuente: Elaboración propia.

Esto ayudara a dar los primeros pasos fortaleciendo a todos los sectores y preparándolos para medidas más agresivas y ambiciosas de reducción de emisiones que permitan un desarrollo económico sostenible.

Cuando la población esté preparada, tanto en información como acostumbrada a la importancia del mercado de tener un sistema de reducción de emisiones se puede establecer un mercado bajo el modelo ETS:

Ilustración 15: Sistema de Comercio de Emisiones para el sector energético de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se puede optar por el modelo de “Impuesto de Carbono”, siguiendo los siguientes pasos:

Ilustración 16: Modelo de Impuesto de Carbono para el sector energético de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia.

5 APORTES INSTITUCIONALES

En general, se pueden identificar las instituciones importantes del sector gobierno para a la implementación de un mercado de carbono o un impuesto de carbono, siguiendo la ruta trazada para preparar al sector público y privado en la aplicación de tecnologías y gestiones que permitan la reducción de emisiones de GEI.

Por lo tanto, se presenta la siguiente matriz de acuerdo a los aportes que cada institución de gobierno podría realizar:

Modelo de Reducción de Emisiones de GEI	Fase del Modelo	Ente Rector y/o Administrador	Instituciones que pueden aportar
Aplicación de Políticas Voluntarias de Reducción de Emisiones	Campañas de Concientización	MEM MARN	CENAME, MINFIN, CNEE, MINECO y Gobierno Central
	Sistemas de Etiquetado	MEM	CENAME, MINFIN, CNEE, MINECO, UNIVERSIDADES y FABRICANTES O IMPORTADORES PRIVADOS
	Capacitaciones	MEM MARN	MINEDUC, MINFIN, MINECO, CNEE, UNIVERSIDADES, GREMIALES INDUSTRIALES, COMERCIOS y Gobierno Central
	Acuerdos Voluntarios	MARN MINECO	MEM, MINFIN, CNEE, UNIVERSIDADES, GREMIALES INDUSTRIALES y EMPRESAS DE PRODUCCIÓN
Regulaciones y Estándares de Desempeño	Estándares Tecnológicos	MEM MINECO	CNEE, CENAME, MINFIN, IMPORTADORES DE PRODUCTOS, MICIVI y GREMIALES INDUSTRIALES
	Estándares de Desempeño	MEM MARN MINECO	CENAME, CNEE, MINFIN, MICIVI, UNIDADES DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL PAÍS
Sistema de Comercio de Emisiones (Modelo ETS)	Definición de la Cobertura y Alcance	MEM MARN	CNEE, AMM, SAT, MINFIN
	Meta de Reducción	MEM MARN SAT	MINFIN MINECO, UNIVERSIDADES, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Puntos de Obligación	MEM PGN MARN	MINECO, MINFIN, CNEE, UNIVERSIDADES,

			IMPORTADORES DE COMBUSTIBLES
	Asignación de Certificados	MARN SAT	MEM, MINECO, MINFIN
	Compensación de Emisiones	MARN, SAT	MEM, MAGA, MINECO, MINFIN, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Enlaces con Otros ETS	MEM, MARN, SAT	MINECO, MAGA, MINFIN, CNEE, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Flexibilidad Inter-temporal	MARN, SAT, BANCA	BANCOS DEL SISTEMA, MEM, CNEE, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	MRV y Registros	MEM, MARN, SAT	INE, MINFIN, MINECO, UNIVERSIDADES Y GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Arreglos Institucionales	MARN SAT BANCA	MEM, MINFIN, CNEE, MINECO, MAGA, IMPORTADORES DE COMBUSTIBLES, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Registros	MARN SAT	MEM, MINFIN, BANCA, CNEE, MINECO Y GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
Impuesto de Carbono	Cobertura y Puntos de Imposición	MEM, MINFIN, SAT, MARN	MINECO, CNEE, BANCA, GREMIALES INDUSTRIALES Y COMERCIALES
	Rango del Impuesto	MEM, MARN, SAT, MINFIN	MINECO, CNEE, BANCA
	Reciclaje de Ingresos	SAT, MINFIN	MINECO, MEM, MARN, BANCA
	Distribución de Impactos	SAT, MINFIN	MINECO, MEM, MARN, BANCA Y SECRETARIA DE BIENESTAR SOCIAL
	Requerimientos Institucionales	SAT	MINFIN, MINECO, MARN, MEM Y BANCA
	Administración de Impuesto	SAT	MINFIN, MINECO, MARN Y BANCA
	Fugas y Competitividad	SAT, MINFIN	MINECO Y BANCA
	Aplicación del Impuesto	CONGRESO DE LA REPÚBLICA, SAT	MINFIN, MINECO, BANCA

6 CONCLUSIONES

- El Plan Nacional de Energía, fue presentado por el Gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Energía y Minas -MEM- en diciembre de 2017, el cual contiene una meta de reducción de emisiones del 29.2% para el año 2032 respecto al escenario tendencial. Esto equivale a 11.91 Millones de Toneladas de CO₂e.
- El sector energía es considerado únicamente dentro del tema de “Mitigación” dentro del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, por lo que establecer una ruta de reducción de emisiones es una estrategia que puede ser implementada dentro del sector energético del país.
- El sector energético del país ha aumentado sus emisiones de GEI a un promedio de crecimiento anual de 9.3%. Por lo que, en el año 2016, sus emisiones fueron de 18.44 Millones de Toneladas de CO₂e.
- Para establecer una estrategia de reducción de emisiones para el sector energético del país, es necesario establecer 4 modelos que funcionarán en forma de estructura para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Los cuatro modelos descritos son:
 - Políticas voluntarias de reducción de emisiones.
 - Establecimiento de regulaciones y estándares de desempeño.
 - Sistema de comercio de emisiones (Modelo ETS)
 - Impuesto al carbono.

7 RECOMENDACIONES

- Involucrar a todas las instituciones públicas y privadas para lograr coordinar una estrategia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para alcanzar los objetivos y metas establecidos en:
 - Política General de Gobierno
 - Ley Marco de Cambio Climático
 - Plan Nacional de Energía
 - Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
- Establecer los mecanismos operativos que permitan desarrollar un mercado de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energía, especialmente en la industria energética como el subsector transporte, responsables de la mayor parte de emisiones de este sector.
- Apoyarse en los mecanismos de eficiencia energética institucional, comercial, residencial e industrial para reducir la intensidad en el uso de la energía sin poner en riesgo la seguridad energética nacional ni sacrificar los beneficios energéticos del país.
- Utilizar la hoja de ruta presentada en este documento para establecer una estrategia energética nacional operativa que permita gozar de beneficios fiscales, económicos y ambientales en pro de la conservación del entorno de manera sostenible.

8 REFERENCIAS

- Administrador del Mercado Mayorista -AMM-. (2016). *Informe Estadístico AMM*. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala, Decreto 7-2013. (2013). *Ley Marco de Cambio Climático*. Guatemala.
- COPREDEH. (2008). *Los derechos humanos y el cambio climático*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Dirección General de Energía. (2017). *Informe Balance Energético 2016*. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Hayama, Japón: Instituto para las estrategias ambientales globales (IGES).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2014). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. España: OECC.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Política Nacional de Cambio Climático, AG 329-2009*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Plan Nacional de Energía 2018-2032*. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032*. Ministerio de Energía y Minas, Unidad de Planeación Energético Minero, Guatemala.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). *Protocolo de gases de efecto invernadero*. Mexico: World Resources Institute.

World Bank Institute. (s.f.). *Policy Instruments Lesson 2.1: Voluntary and Information based Policies.*

World Bank Institute. (s.f.). *Policy Instruments Lesson 2.2: Regulation and Standards.*

World Bank Institute. (s.f.). *Policy Instruments Lesson 2.3: Emissions Trading Systems.*

World Bank Institute. (s.f.). *Policy Instruments Lesson 2.4: Carbon Tax Desing and Implementation.*