



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA



ESTRATEGIA NACIONAL de DESARROLLO con
BAJAS EMISIONES
de GASES de EFECTO INVERNADERO



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

**Desarrollo con
Bajas Emisiones**



ESTRATEGIA
NACIONAL

de DESARROLLO con

**BAJAS
EMISIONES**

de GASES de EFECTO INVERNADERO

ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO CON BAJAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

<i>Pág</i>	
4	Cartas de presentación
11	1. Resumen Ejecutivo
12	2. Introducción
15	3. El Proceso
18	4. Línea Base
20	5. Resumen Sectorial
20	1. <i>Sector Energía: Generación y consumo</i>
27	2. <i>Sector Transporte y Urbanismo</i>
32	3. <i>Sector Industria</i>
38	4. <i>Sector Agricultura y Ganadería</i>
43	5. <i>Sector Bosques y otros usos de la tierra</i>
48	6. <i>Desechos sólidos y líquidos</i>
53	6. Integración de Opciones de Política
54	7. Impacto de la Estrategia
55	8. Ruta a Seguir
60	9. Anexos



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
GUATEMALA, C.A.

*Vice Ministro
de Recursos Naturales
y Cambio Climático*

El Gobierno de Guatemala ha suscrito y ratificado diversos convenios en materia de ambiente y cambio climático, entre los cuales destacan la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París. A través de dichos convenios el país promueve la implementación de acciones de adaptación y mitigación del cambio climático a través de las contribuciones determinadas a nivel nacional bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y de acuerdo con sus actuales capacidades.

Bajo este principio, Guatemala presentó ante la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, su propuesta de Contribución Determinada a Nivel Nacional¹ (NDC, por sus siglas en inglés), en la cual el país planifica lograr con sus propios recursos al 2030 una reducción del 11% en sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a su tendencia de emisiones basada en un crecimiento constante entre los años 1990 a 2005. Este esfuerzo implica una reducción de hasta 6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalente anuales para el 2030.

En el marco de estos compromisos, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- desde su creación ha promovido políticas e instrumentos para la adaptación y mitigación del cambio climático a nivel nacional, entre estos esfuerzos destaca la creación de la Política Nacional de Cambio Climático, la Ley de Cambio Climático² y el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Adicionalmente, ha impulsado la implementación de otras políticas e instrumentos relacionadas con la gestión ambiental y el manejo integral de los recursos naturales cuyos impactos ayudarán a mejorar los esfuerzos que el país actualmente promueve para adaptarse y mitigar el cambio climático.

Como complemento a este esfuerzo y con el objeto de cumplir con los compromisos del Acuerdo de París, el MARN ha liderado y apoyado activamente en el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala. Esta Estrategia, se constituye en un instrumento de planificación coherente con las políticas públicas del país y que articula la implementación de instrumentos para el logro de los

¹ Intended Nationally Determined Contributions (INDC)

² 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.

7 Avenida 03-67 zona 13 – PBX: 2423-0500



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
GUATEMALA, C.A.

*Vice Ministro
de Recursos Naturales
y Cambio Climático*

siguientes resultados: a) un crecimiento económico bajo en emisiones, b) mejora de la gestión ambiental, c) aumento de la competitividad, d) cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, e) reducción de la vulnerabilidad y f) aumento de la capacidad de resiliencia y adaptación al cambio climático.

El MARN agradece a todas las contrapartes que participaron en el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones a lo largo de dos años, asegurando que el proceso se llevara a cabo de manera abierta y participativa, reflejando las prioridades de desarrollo del país y apoyando el cumplimiento de los objetivos particulares de cada sector presente.

En ese sentido, se alienta a todos los sectores de la sociedad guatemalteca para implementar las opciones de mitigación descritas en esta estrategia para el mejoramiento de los procesos productivos, la competitividad y para el logro del desarrollo sostenible bajo en emisiones del país.


Ing. Agr. Carlos Walberto Ramos Salguero
Vice Ministro de Recursos Naturales
y Cambio Climático
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales



7 Avenida 03-67 zona 13 – PBX: 2423-0500

(Transcripción)

Ministerio de Ambiente y Recursos naturales Guatemala, C.A.

El Gobierno de Guatemala ha suscrito y ratificado diversos convenios en materia de ambiente y cambio climático, entre los cuales destacan la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París. A través de dichos convenios el país promueve la implementación de acciones de adaptación y mitigación del cambio climático a través de las contribuciones determinadas a nivel nacional bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y de acuerdo con sus actuales capacidades.

Bajo este principio, Guatemala presentó ante la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, su propuesta de Contribución Determinada a Nivel Nacional¹ (NDC, por sus siglas en inglés), en la cual el país planifica lograr con sus propios recursos al 2030 una reducción del 11% en sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a su tendencia de emisiones basada en un crecimiento constante entre los años 1990 a 2005. Este esfuerzo implica una reducción de hasta 6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalente anuales para el 2030.

En el marco de estos compromisos, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- desde su creación ha promovido políticas e instrumentos para la adaptación y mitigación del cambio climático a nivel nacional, entre estos esfuerzos destaca la creación de la Política Nacional de Cambio Climático, la Ley de Cambio Climático² y el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Adicionalmente, ha impulsado la implementación de otras políticas e instrumentos relacionadas con la gestión ambiental y el manejo integral de los recursos naturales cuyos impactos ayudarán a mejorar los esfuerzos que el país actualmente promueve para adaptarse y mitigar el cambio climático.

Como complemento a este esfuerzo y con el objeto de cumplir con los compromisos del Acuerdo de París, el MARN ha liderado y apoyado activamente en el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala. Esta Estrategia, se constituye en un instrumento de planificación coherente con las políticas públicas del país y que articula la implementación de instrumentos para el logro de los siguientes resultados: a) un crecimiento económico bajo en emisiones, b) mejora de la gestión ambiental, c) aumento de la competitividad, d) cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, e) reducción de la vulnerabilidad y f) aumento de la capacidad de resiliencia y adaptación al cambio climático.

El MARN agradece a todas las contrapartes que participaron en el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones a lo largo de dos años, asegurando que el proceso se llevara a cabo de manera abierta y participativa, reflejando las prioridades de desarrollo del país y apoyando el cumplimiento de los objetivos particulares de cada sector presente.

En ese sentido, se alienta a todos los sectores de la sociedad guatemalteca para implementar las opciones de mitigación descritas en esta estrategia para el mejoramiento de los procesos productivos, la competitividad y para el logro del desarrollo sostenible bajo en emisiones del país.

Ing. Agr. Carlos Walberto Ramos Salguero
Vice Ministro de Recursos Naturales y Cambio Climático
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

¹ Intended Nationally Determined Contributions (INDC)

² 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.

MINISTERIO DE ECONOMIA

GUATEMALA, C. A.

Despacho de Inversión y Competencia

Guatemala, 29 de octubre de 2018

Estimados guatemaltecos,

En el marco de la política económica 2016-2021, Guatemala debe atender los desafíos que le permitan un crecimiento económico incluyente y sostenible, aprovechando las oportunidades que se presentan en un mundo cada vez más globalizado y tecnificado.

Es en este contexto en donde Guatemala ha desarrollado políticas y estrategias para promover la productividad y competitividad en un mercado global, entre las que cabe mencionar la Política Nacional de Competitividad 2018-2032, como un esfuerzo concertado entre el sector productivo, el sector público, la academia y la sociedad civil, que busca contribuir a mejorar la calidad de vida, a aumentar la calificación del capital humano, y a generar mayores oportunidades de desarrollo para todos los guatemaltecos.

Aunado a lo anterior, el Ministerio de Economía también está impulsando la Política Nacional de la Calidad, que tiene por objetivo mejorar las condiciones del comercio nacional e internacional, coadyuvando a la competitividad de las empresas y a la protección de los consumidores, a través de herramientas y mecanismos en materia de normalización, acreditación, metrología, reglamentación técnica y procedimientos de evaluación de la conformidad.

Por lo anteriormente expuesto, el Ministerio de Economía se suma al esfuerzo que realiza el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, así como la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, que bajo una perspectiva local e internacional, presentamos la **Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala**, desarrollado con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), que representa una oportunidad para mejorar la competitividad, identificando con la participación de diferentes actores de la sociedad guatemalteca, aquellas actividades económicas que generan mayores emisiones de gases de efecto invernadero a fin de determinar y priorizar opciones de mitigación de acuerdo con el nivel de impacto en la reducción de dichas emisiones, coadyuvando así, no solo en términos económicos, sino en la protección del ambiente y los recursos naturales de nuestro planeta.

Aprovecho la oportunidad para invitar a todos los sectores a que nos unamos en estos esfuerzos, que tienen un objetivo común, que Guatemala sea un mejor país.

Atentamente,


José Ramón Lam Ortiz
Viceministro
Inversión y Competencia
Ministerio de Economía



(Transcripción)

Ministerio de Economía Guatemala, C.A.

Estimados guatemaltecos,

En el marco de la política económica 2016-2021, Guatemala debe atender los desafíos que le permitan un crecimiento económico incluyente y sostenible, aprovechando las oportunidades que se presentan en un mundo cada vez más globalizado y tecnificado.

Es en este contexto en donde Guatemala ha desarrollado políticas y estrategias para promover la productividad y competitividad en un mercado global, entre las que cabe mencionar la Política Nacional de Competitividad 2018-2032, como un esfuerzo concertado entre el sector productivo, el sector público, la academia y la sociedad civil, que busca contribuir a mejorar la calidad de vida, a aumentar la calificación del capital humano, y a generar mayores oportunidades de desarrollo para todos los guatemaltecos.

Aunado a lo anterior, el Ministerio de Economía también está impulsando la Política Nacional de la Calidad, que tiene por objetivo mejorar las condiciones del comercio nacional e internacional, coadyuvando a la competitividad de las empresas y a la protección de los consumidores, a través de herramientas y mecanismos en materia de normalización, acreditación, metrología, reglamentación técnica y procedimientos de evaluación de la conformidad.

Por lo anteriormente expuesto, el Ministerio de Economía se suma al esfuerzo que realiza el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, así como la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, que bajo una perspectiva local e internacional, presentamos la **Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala**, desarrollado con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), que representa una oportunidad para mejorar la competitividad, identificando con la participación de diferentes actores de la sociedad guatemalteca, aquellas actividades económicas que generan mayores emisiones de gases de efecto invernadero a fin de determinar y priorizar opciones de mitigación de acuerdo con el nivel de impacto en la reducción de dichas emisiones, coadyuvando así, no solo en términos económicos, sino en la protección del ambiente y los recursos naturales de nuestro planeta.

Aprovecho la oportunidad para invitar a todos los sectores a que nos unamos en estos esfuerzos, que tienen un objetivo común, que Guatemala sea un mejor país.

Atentamente,

José Ramón Lam Ortiz

Vice Ministro Inversión y Competencia
Ministerio de Economía

Siglas y Acrónimos

BID

Banco Interamericano de Desarrollo

CMNUCC

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CH4

Metano

CO₂

Dióxido de carbono

CO₂e

Dióxido de carbono equivalente

CNCC

Consejo Nacional de Cambio Climático

CONAP

Consejo Nacional de Áreas Protegidas

INAB

Instituto Nacional de Bosques

INB

producto interno bruto

INDC

Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional

GEI

Gases de efecto invernadero

LED

Diodo emisor de luz

MAGA

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

MARN

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

MEM

Ministerio de Energía y Minas

MICIVI

Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda

MINECO

Ministerio de Economía

MINFIN

Ministerio de Finanzas

N₂O

Óxido nitroso

PANCC

Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

PIB

Producto Interno Bruto

PNUD

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PRONACOM

Programa Nacional de Competitividad

SEGEPLAN

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

TGCO₂e,

Teragramos de dióxido de carbono equivalente

USAID

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional





1. Resumen Ejecutivo

La Estrategia de Desarrollo con Bajos Emisiones para Guatemala se formuló con el liderazgo del Gobierno de Guatemala y la participación y articulación efectiva de representantes del sector público, sector privado, sociedad civil, academia, organizaciones indígenas, cooperativas y grupos organizados. Durante dos años de planificación, diálogo y consenso multisectorial en temas de energía, agricultura y ganadería, transporte, desarrollo urbano, desechos, industria y bosques, el país estableció la ruta conjunta orientada a mejorar la calidad de vida de la población, promoviendo el crecimiento económico, el desarrollo social y la responsabilidad ambiental con bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La Estrategia, en el marco de la planificación nacional, impulsa la construcción de herramientas de aplicación individual, sectorial y nacional, orientadas al desarrollo con bajas emisiones, que fortalecen la economía, mejoran la eficiencia y aumentan la rentabilidad de la producción a pequeña, mediana y gran escala, además de facilitar el acceso a mercados internacionales y nuevas fuentes y mecanismos de financiamiento. Con ello, contribuye de forma directa a la mitigación del cambio climático y el cumplimiento con los compromisos del país adquiridos ante la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), en donde Guatemala establece la meta de reducir sus emisiones de GEI en un 11% para el año 2030 con recursos propios y un 11% adicional con asistencia de la cooperación internacional.

Con el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Economía (MINECO) y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y el Instituto Nacional de Bosques (INAB), se aseguró que la Estrategia de Desarrollo con Bajos

Emisiones se construyera sobre los marcos políticos existentes y de acuerdo a las prioridades de desarrollo de los distintos sectores económicos. La participación activa de representantes públicos y privados de cada sector se convirtió en la fortaleza principal del proceso de formulación de la Estrategia, al permitir que las iniciativas existentes del país sirvieran como punto de partida y que las experiencias propias fortalecieran las propuestas de acciones complementarias a las ya encaminadas.

Con siete mesas de trabajo, una por cada sector económico y una adicional para temas de desarrollo urbano, el proceso de planificación empezó con el análisis de la línea base del país en su crecimiento económico y sus emisiones asociadas de GEI al año 2050. Sobre este escenario, cada sector realizó un proceso de selección de las acciones, medidas, políticas e iniciativas que fortalecerían el crecimiento económico a largo plazo, pero de tal manera que se reduzcan las emisiones de GEI. A estas acciones y medidas, 43 en total a través de los seis sectores y desarrollo urbano, se les denomina opciones de mitigación en este documento y representan las iniciativas sectoriales que, en su conjunto, conforman la Estrategia de Desarrollo con Bajos Emisiones para Guatemala.

Este documento resume la Estrategia de Desarrollo con Bajos Emisiones y de sus componentes, incluyendo la línea base de emisiones de GEI y proyección al año 2050, las líneas base sectoriales, las opciones de mitigación por sector y los resultados de los análisis económicos realizados sobre las 43 opciones – un componente importante de la Estrategia que proporciona información sobre cuánto reduce cada opción en emisiones de GEI, cuáles son los costos y ahorros monetarios relacionados a su implementación y de qué manera cada opción afecta la economía de Guatemala en cuanto a la generación de empleo, cadenas de suministro locales y otras variables.

Las opciones de mitigación se complementan entre sectores. Por ejemplo, acciones propuestas en el sector energético para reducir el consumo de leña y dentro del sector agrícola con sistemas agroforestales tienen un fuerte vínculo a los objetivos del país en temas

forestales. Los resultados de los análisis aquí resumidos ya toman en cuenta cualquier traslape dentro y entre sectores, y eliminan la doble contabilidad tanto de emisiones como de flujos económicos. Los diseños completos de cada una de las 43 opciones de mitigación se presentan dentro del documento técnico de la Estrategia, en donde se describe en mayor detalle los co-beneficios de cada iniciativa, incluyendo en relación a la adaptación al cambio climático y la reducción de la vulnerabilidad.

El Gobierno de Guatemala agradece el tiempo, esfuerzo y colaboración de todos los participantes de los distintos sectores en el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones que, con una visión conjunta, apoyaron a construir una ruta para una Guatemala más competitiva, eficiente y próspera.

2. Introducción

En el año 2015, Guatemala presenta ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la propuesta de Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés), en la cual el país proyecta reducir con sus propios medios en 11% sus emisiones totales al año 2030, y de contar con apoyo de la comunidad internacional, lograr una reducción de un 22% respecto a su tendencia de emisiones basada en un crecimiento constante entre los años de 1990 a 2005. Con la firma y ratificación del Acuerdo de París por parte del Estado de Guatemala, mediante el decreto 48-2016, esta contribución pasa a ser un compromiso del país ante la comunidad internacional en los esfuerzos mundiales para mitigar el cambio climático y combatir sus impactos negativos.

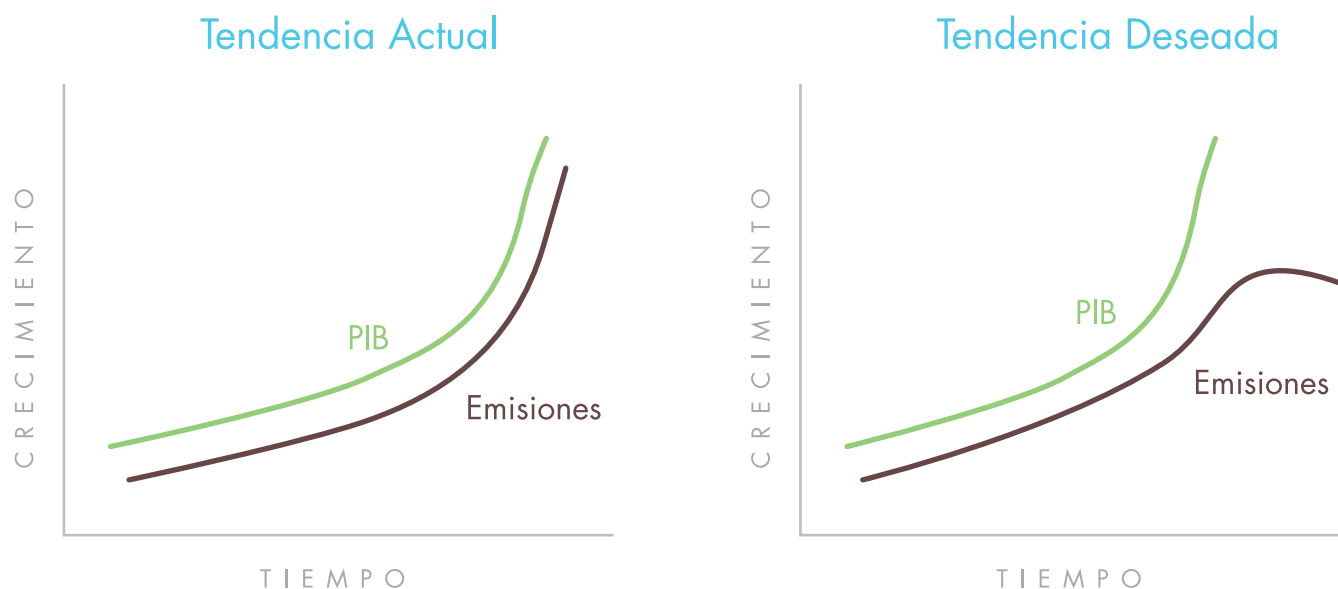
Guatemala no empieza de cero para cumplir con este compromiso, debido a un marco político-legal existente y muchas iniciativas ya encaminadas en el tema de cambio climático. El proceso de formu-

lación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones inicia en julio de 2016, y busca responder a este marco legal y fortalecer a las iniciativas encaminadas, para que las acciones planteadas en la estrategia avancen de manera coordinada en cumplimiento de los objetivos ambientales, económicos y sociales del país. En muchos casos, la estrategia de desarrollo con bajas emisiones aquí presentada brinda mayores insumos para los esfuerzos existentes, por medio de los análisis micro y macroeconómicos que se realizan y con una evaluación de su potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, la planificación nacional se beneficia con mayor respaldo técnico para la toma de decisiones en el marco del desarrollo del país.

El desarrollo con bajas emisiones refleja un modelo socioeconómico en donde las actividades económicas se hacen más eficientes, dinamizando la economía del país. El modelo propuesto para Guatemala tiene la característica de reducir las emisiones de GEI generadas por distintas actividades, representando un aporte importante a la mitigación del cambio climático. El objetivo principal de una estrategia de desarrollo con bajas emisiones es desacoplar el crecimiento económico del crecimiento de las emisiones de GEI, como se ilustra en la Figura 1.

El marco legal y de planificación para la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala parte del Plan Nacional de Desarrollo: *K'atun Nuestra Guatemala 2032*, el cual establece la visión de desarrollo bajo cinco ejes prioritarios, incluyendo acciones en la gestión ambiental y en temas de cambio climático para promover el crecimiento económico sostenible. En el 2013, el Congreso decreta la Ley de Cambio Climático, la cual establece un marco institucional entre el gobierno, el sector privado, la academia y la sociedad civil para adoptar prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad y permitan desarrollar propuestas de mitigación. También estipula una planificación sectorial por medio de instrumentos de política como el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) y el Plan Nacional de Energía.

Figura 1 **Desacople del crecimiento económico de las emisiones de GEI.**



Una estrategia de desarrollo con bajas emisiones es una oportunidad para contribuir al desarrollo, respondiendo a las necesidades y circunstancias del país, en un entorno ambiental y climáticamente amigable.

La Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones, responde no solo a este marco político-legal, amplio en materia de cambio climático; también complementa los marcos de planificación de los seis sectores principales que se abarcan en ella (Figura 2). Este documento presenta una descripción del proceso de formulación de dicha estrategia, construida a partir de la identificación y priorización de opciones de mitigación a nivel sectorial, y el análisis de impactos económicos y en materia de reducción de emisiones de GEI, que favorecerán la toma de decisiones en base a información analizada, discutida y consensuada participativamente y a nivel multisectorial.

Guatemala es un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, por lo que las opciones de mitigación priorizadas responden también a los grandes ejes de adaptación planteados en el Plan de Acción Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. Las opciones de mitigación permitirán abordar metas de adaptación en zonas marino-costeras, seguridad alimentaria, agricultura, recursos forestales y gestión de recursos hídricos, reduciendo la vulnerabilidad del país y fortaleciendo la resiliencia de una economía baja en emisiones de GEI.

Figura 2 Marco político-legal para la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones



El presente documento constituye una herramienta de divulgación sobre el proceso y sus resultados, en complemento al documento técnico más detallado de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones que contiene mayor información sobre las líneas base de cada sector y sus fuentes de información, los diseños de opciones de mitigación, la cuantificación de beneficios directos y la descripción de co-beneficios en temas sociales, económicos y ambientales, como la adaptación al cambio climático y la reducción de la vulnerabilidad.

Figura 3
Proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones



3. El Proceso

El proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala es un ejercicio de planificación con visión a largo plazo (20-30 años), elaborado a nivel nacional por actores locales. A través de este proceso se establece la ruta para alcanzar los objetivos y metas de desarrollo planteados por cada sector, priorizando acciones de mitigación enfocadas a fomentar la inversión, reducir costos de operación, crear nuevos empleos, generar ingresos y, sobre todo, establecer una economía preparada para hacer frente al cambio climático.

El proceso de formulación de la Estrategia parte del liderazgo y dirección del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Economía (MINECO) y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). El MARN y la SEGEPLAN como secretaría del Consejo Nacional de Cambio Climático, son los encargados del seguimiento de los planes y programas de acción en mitigación y adaptación al cambio climático, y el MINECO como ente rector en materia económica, impulsa los cambios en los sistemas de producción y tecnologías, incluyendo mercados y negocios verdes compatibles con el ambiente y con las políticas de cambio climático.

Para la construcción de esta Estrategia, se establecieron seis grupos de trabajo de acuerdo con las actividades económicas que generan emisiones de GEI siendo estos:

1. Sector Energía: Generación y consumo
2. Sector Transporte
3. Sector Industria
4. Sector Bosques y Otros Usos de la Tierra
5. Sector Agricultura y Ganadería
6. Sector Desechos sólidos y líquidos

Cada grupo de trabajo fue liderado por las instancias de gobierno que regulan las actividades en el sector, por lo que se contó con la participación del Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), además de la participación activa e incluyente del sector privado, gremiales, cámaras y asociaciones de productores y productoras agropecuarias, academia, Gobiernos locales, organizaciones campesinas y Pueblos Indígenas.

Bajo la premisa de los principios aplicados al proceso: **transparencia, inclusión, consenso, democracia y participación**, se realizaron seis sesiones de trabajo para cada grupo sectorial, siguiendo una metodología que estableció objetivos claros y metas a alcanzar en cada sesión.

Los grupos de trabajo establecieron la línea base de emisiones de GEI de su sector a través de un ejercicio participativo de retroalimentación y ajuste, que permitió elaborar proyecciones y delinear escenarios. A partir de esta línea base se definieron las metas, opciones, estrategias y acciones para promover el desarrollo sectorial y reducir las emisiones de GEI. Después de cada sesión, los participantes tuvieron un periodo de retroalimentación para enviar sus aportes a la información presentada durante la sesión. Además de los mecanismos de consulta establecidos dentro de la metodología de los grupos de trabajo, se abrieron espacios de retroalimentación con contrapartes y grupos interesados en los distintos temas, asegurando que las consideraciones de estos actores se tomaran en cuenta dentro de las opciones de mitigación.

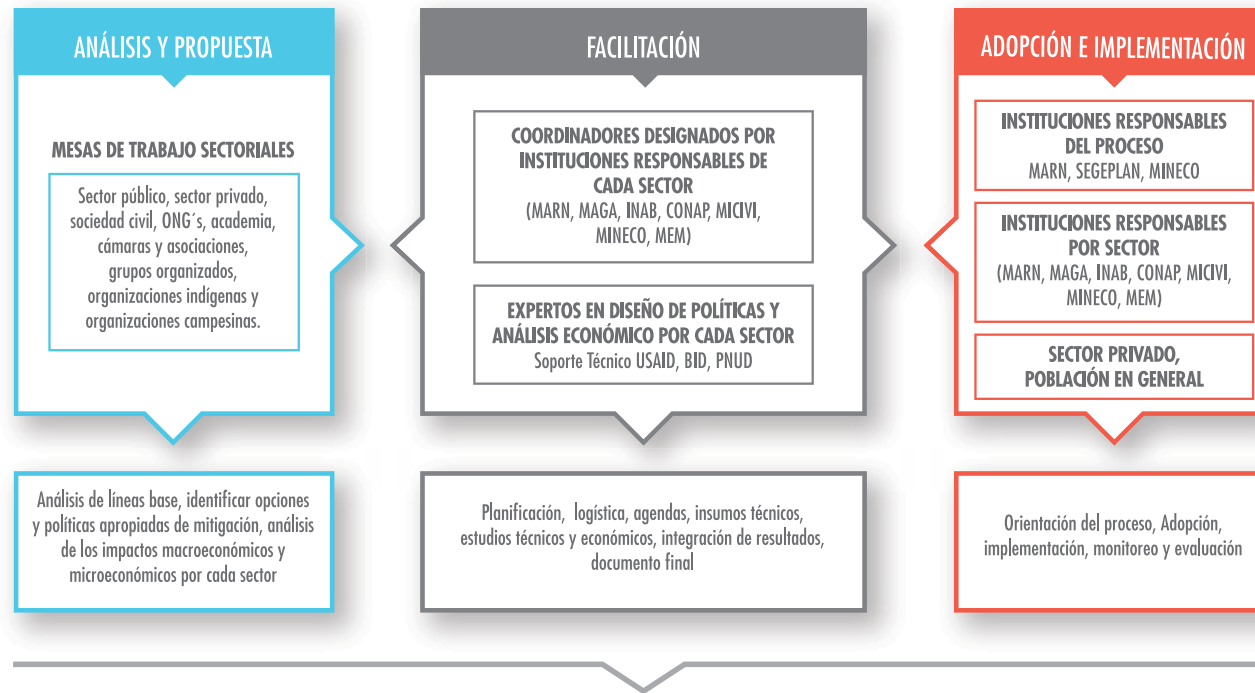
Se incluyeron sesiones intermedias, reuniones técnicas sectoriales y consultas públicas regionales coordinadas con mesas departamentales de cambio climático, y delegaciones regionales de las instituciones participantes. El proceso incluyó también un grupo de trabajo en donde se analizaron temas transversales de energía, uso de tierra y transporte en un contexto de desarrollo urbano.

El tema de desarrollo urbano es importante en Guatemala por el crecimiento de las áreas urbanas del país y la oportunidad de fortalecer la planificación transversal en este contexto. Las opciones, acciones e iniciativas priorizadas para el desarrollo urbano se incluyen dentro de los resultados sectoriales de acuerdo con la temática correspondiente.

Figura 4
Objetivos de las seis sesiones de trabajo para cada sector

Sesión	Objetivo
1	<ul style="list-style-type: none"> Lanzamiento de la mesa. Introducción al proceso, metodología y resultados esperados. Revisión de línea base preliminar (inventario y proyecciones de emisiones). Elaboración de la visión del sector.
2	<ul style="list-style-type: none"> Análisis del catálogo preliminar de las opciones de mitigación. Análisis y validación de la matriz de criterios de selección y priorización de las opciones de mitigación.
3	<ul style="list-style-type: none"> Presentación y revisión del listado de las opciones de mitigación priorizados por el sector. Revisión del índice de contenidos para el diseño de las opciones de mitigación.
4	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y validación de las opciones de mitigación diseñadas.
5	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y validación del análisis microeconómico de cada opción de mitigación priorizada.
6	<ul style="list-style-type: none"> Revisión y validación del análisis macroeconómico.

Figura 5 Modelo de participación del proceso



ESTRATEGIA DE DESARROLLO CON BAJAS EMISIONES PARA GUATEMALA

Como resultado del proceso de formulación de la Estrategia se generaron distintas herramientas valiosas para la planificación e implementación de acciones que promuevan un desarrollo económico más limpio y resiliente ante el cambio climático. Para algunas de las opciones propuestas se realizó un análisis de género e inclusión social, para garantizar que las propuestas presentadas sean de beneficio para toda la población.

- **Línea base de emisiones de GEI**, para los sectores energía, transporte, industria, agricultura y ganadería, bosques y otros usos de la tierra, y desechos sólidos y líquidos.

- **43 opciones de mitigación diseñadas**, en donde se presentan objetivos, metas, y articulación con políticas y programas existentes.
- **Análisis económicos de las 43 opciones** de mitigación, en donde se evalúa el costo de implementación de cada opción, el potencial de reducción de GEI y el impacto esperado sobre la economía guatemalteca.
- **Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones**, que integra las opciones de mitigación sectoriales e intersectoriales.

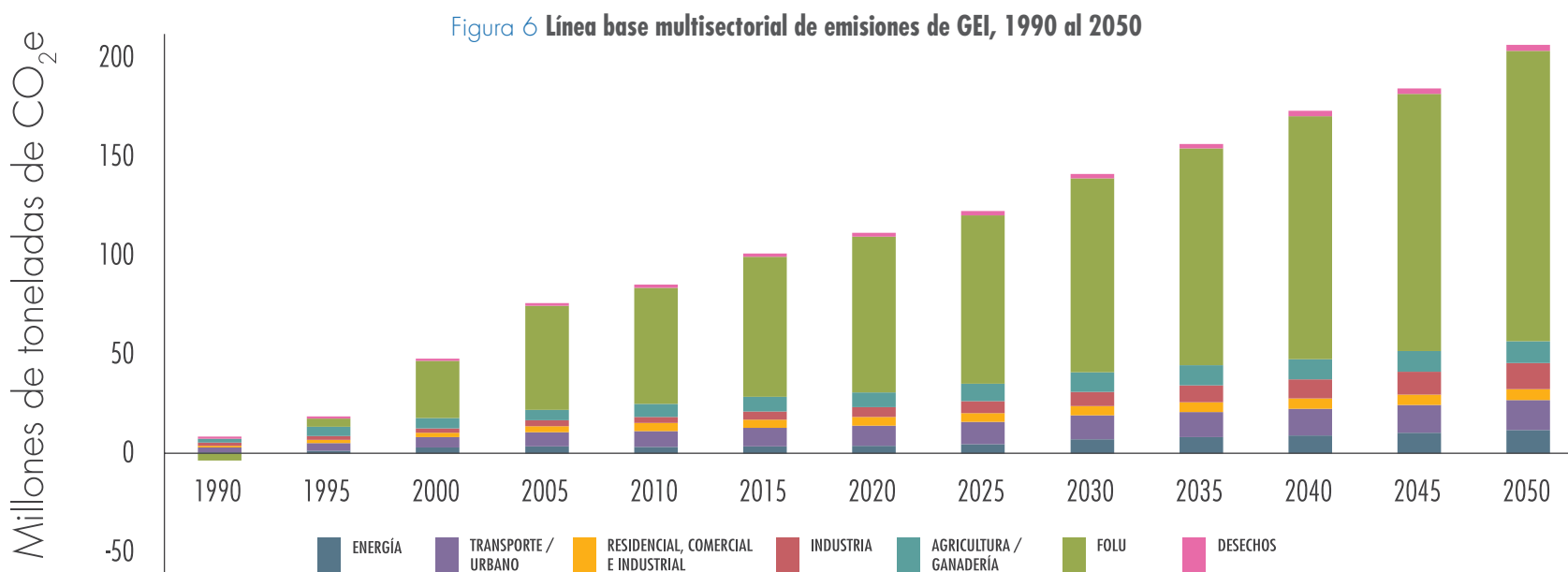
4. Línea base

Durante la fase inicial del proceso se construyó la línea base de emisiones de GEI para el país, de acuerdo a los sectores establecidos en el inventario nacional de emisiones. Esta línea base fue desarrollada utilizando la metodología de estimación de GEI planteada por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), utilizando la información disponible a nivel local, fuentes secundarias para complementar vacíos de información. Asimismo, se realizó una proyección al año 2050 con los patrones actuales de comportamiento y acciones ya planificadas sin hacer ninguna modificación, comúnmente conocido como “*business as usual*” (BAU). Se consideraron factores como el crecimiento poblacional y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) como impulsores clave de las emisiones; se utilizaron también los planes existentes en actividades que generan emisiones, o tendencias históricas de las actividades. Esta línea base y proyección al año 2050 es una modelación que ofrece un punto de partida para la formulación de la Estrategia de Desarrollo

con Bajas Emisiones, en complemento de otros estudios, análisis y evaluaciones utilizadas para la planificación sectorial y nacional.

El Instituto Nacional de Estadística proyecta que para el año 2050 la población de Guatemala será de casi 28 millones de habitantes; esta es una variable importante para proyectar las emisiones de GEI, pues es un impulsor en los usos energéticos y de recursos. De acuerdo con información del Banco de Guatemala, la tasa de crecimiento del PIB de Guatemala se ha promediado en aproximadamente 3.7% desde mediados de los 2000 y se espera que continúe aumentando. Se proyecta que el PIB y el ingreso nacional bruto (INB) incrementen continuamente hasta 2050.

Según los datos utilizados, se estima que actualmente por cada habitante, el país emite 6 toneladas CO₂e y se espera que, bajo las condiciones actuales, se incremente a 8 toneladas CO₂e por habitante para el año 2050. La línea base muestra que el sector Bosques y Otros Usos de la Tierra es el que más emisiones genera en el país, especialmente, por la deforestación y cambio de uso de la tierra (Figura 6).





Las emisiones en el sector Bosques y Otros Usos de la Tierra provienen principalmente de las pérdidas de bosques naturales y expansiones de pastizales, plantaciones, cultivos permanentes y anuales, así como la transición de bosques a bosques degradados. En el período 1990-2010 se observaron cambios drásticos en este sector; para el año 2050 se proyecta una pérdida del 40% de la cobertura boscosa remanente, mientras que se incrementan las tierras para cultivos anuales, zonas con árboles dispersos y territorios urbanizados. La pérdida bosques no solamente implica un incremento en emisiones por la liberación del carbono almacenado en árboles y otra biomasa, también representa que se pierde la capacidad de capturar el carbono de la atmósfera.

El uso de combustibles también es fundamental para proyectar el comportamiento de las emisiones de GEI. En Guatemala hay una alta dependencia de combustibles líquidos importados, utilizados principalmente para el transporte, el uso excesivo de de leña como combustible utilizado para cocción y calefacción a nivel rural. Las emisiones de GEI por el uso de combustibles se ven reflejadas en el suministro energético, la demanda residencial, comercial e institucional, en la industria y en el transporte.

La línea base proporciona información de las principales fuentes de emisión e identifica en qué sectores se tienen mayores oportunidades para la mitigación. En los resúmenes sectoriales a continuación, se presentan líneas base con mayor detalle de las actividades económicas y las emisiones asociadas en cada sector. Esta información también está disponible con mayor detalle en el documento técnico de la Estrategia. Este proceso fue diseñado para promover cambios en las actividades que generan mayores emisiones, a través de opciones que reduzcan las emisiones de GEI y que aporten significativamente a mejorar las condiciones socioeconómicas y ambientales del país.

5. Resumen sectorial

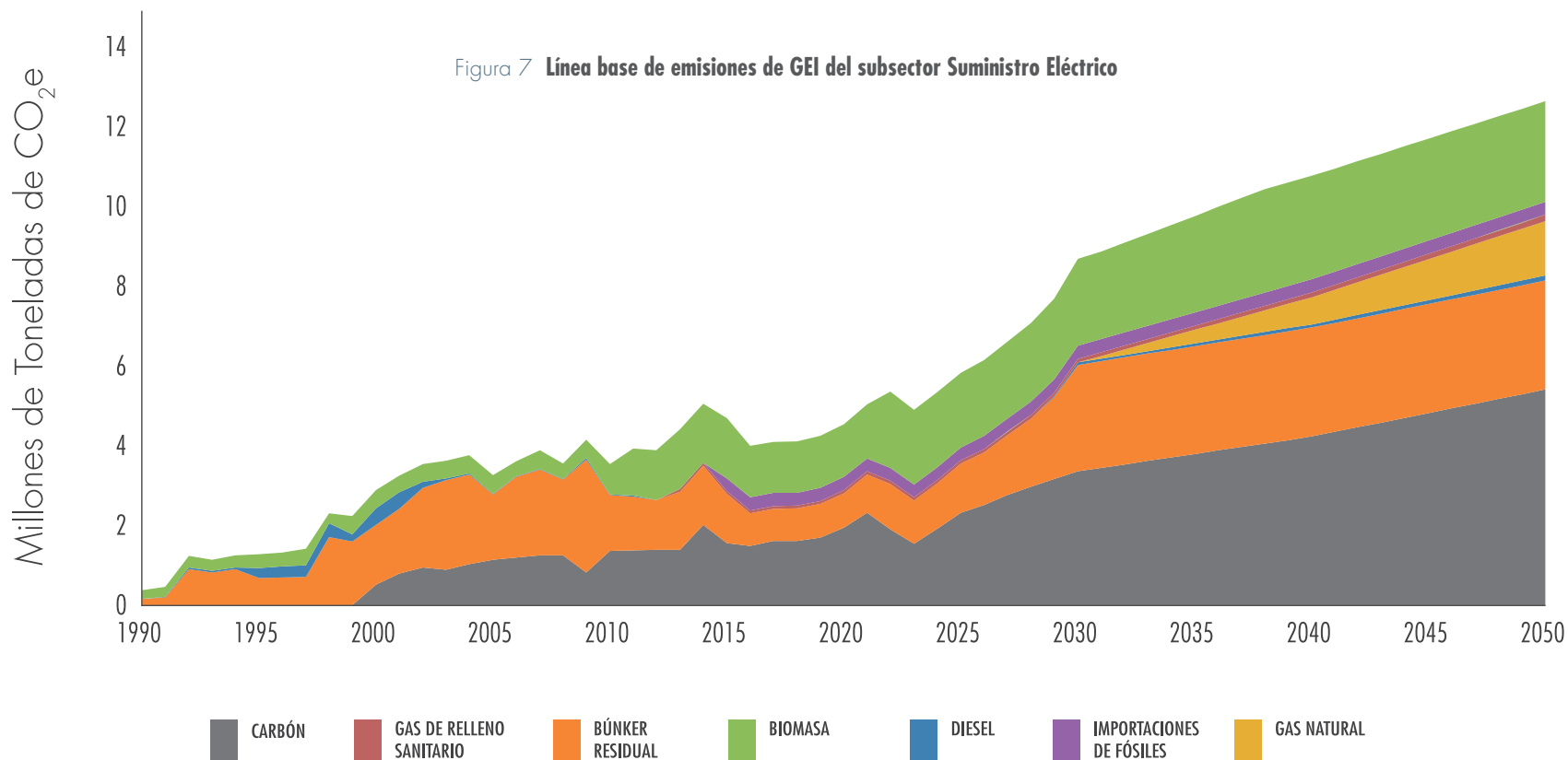
Sector

Energía



Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía, se generan principalmente a partir de la quema de combustibles. En el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) coordinó este sector subdividiéndolo en dos subsectores: suministro energético (SE) que incluye la generación eléctrica y la refinería de petróleo y demanda a nivel residencial, comercial e institucional (RCI), que incluye el uso de combustibles y electricidad.

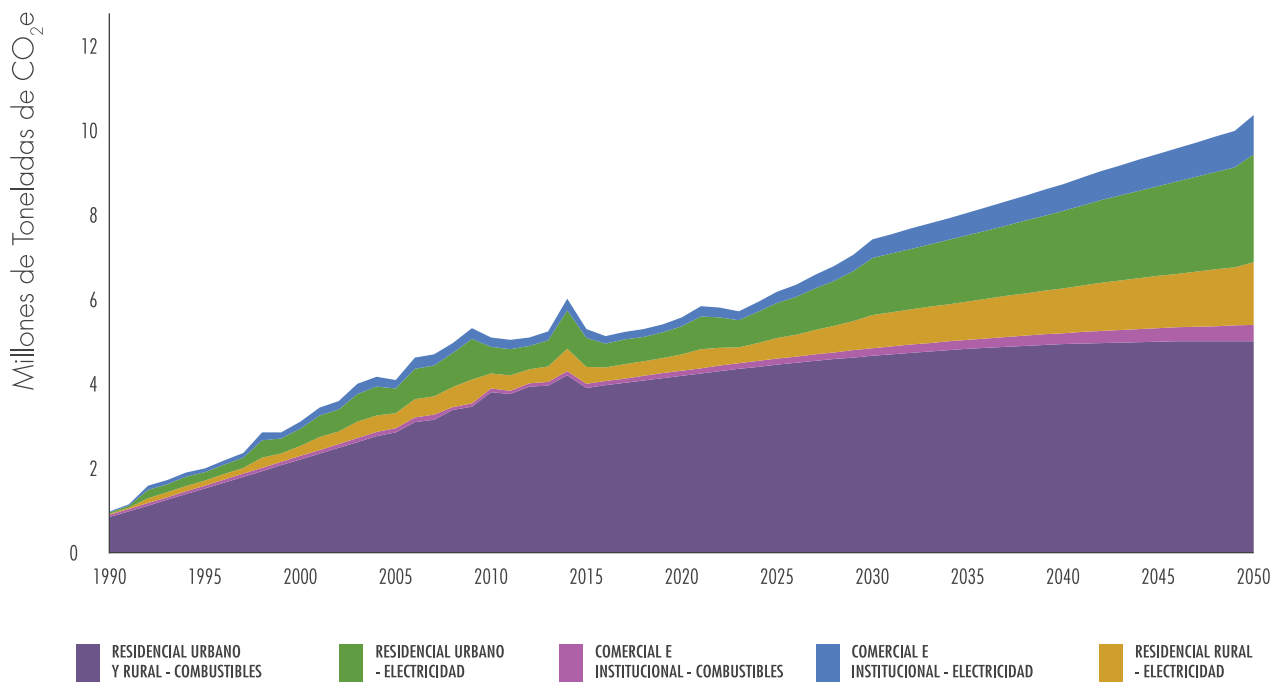
Para la generación de electricidad, que abastece a distintos sectores de la economía, actualmente se utiliza carbón, búnker, diesel y biomasa; además, se proyecta que a partir de 2030 también se utilizará gas natural. Estos combustibles emiten dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), con excepción de la biomasa, en la que no se contabiliza el CO₂, pues se asume que este ha sido capturado biológicamente. Se estima que para el año 2015, las emisiones de GEI de este subsector fueron de 3.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente, y se proyecta que esta cifra aumente a más de 12 millones de toneladas al año 2050 (un aumento del 6.5%), debido a la mayor demanda de energía relacionada al crecimiento económico y poblacional.



A nivel residencial, comercial e institucional (RCI), las emisiones directas se generan al quemar combustibles en equipos de calefacción, calentadores de agua, cocina y otros usos de energía. El subsector RCI también demanda energía eléctrica para iluminación, uso de equipo de oficina, aparatos comerciales o electrodomésticos, por lo que a estas actividades de forma indirecta se les atribuye parte de las emisiones de la generación eléctrica. Los principales combustibles utilizados a nivel RCI son: gasolina, diésel, gas licuado de petróleo (GLP, comúnmente conocido como gas propano), keroseno y leña; todos estos combustibles emiten CO₂, CH₄ y N₂O. En el país la demanda de leña es mayor a la capacidad de los bosques de regenerarla, por lo que las emisiones de CO₂ generadas por este combustible se contabilizan en el sector bosques y otros usos de la tierra.

Las emisiones totales del subsector RCI en el año 2015 se estiman en casi 4 millones de toneladas de CO₂ equivalente. Para el año 2050, se proyecta que las emisiones de GEI asciendan a más de 9 millones de toneladas de CO₂ equivalente, representando un crecimiento de más del 100%. La figura 8 muestra que el mayor crecimiento ocurre en el consumo de energía eléctrica, principalmente en el área residencial urbano.

Figura 8
Resumen de emisiones de GEI basadas en consumo del subsector subsector Residencial, Comercial e Institucional (RCI)





Hydroeléctrica Oxec.

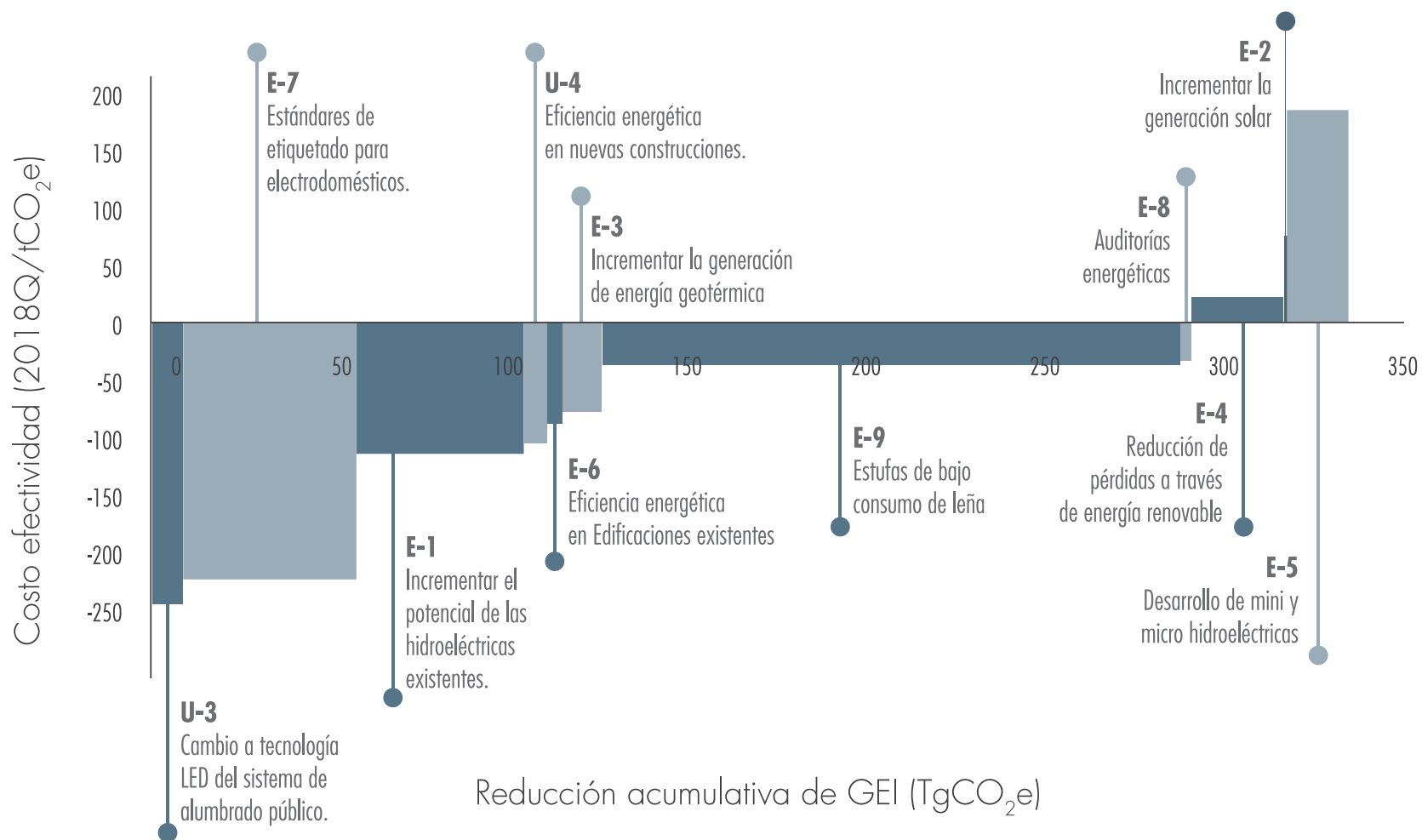
El grupo de trabajo del sector energía, priorizó once opciones de mitigación distribuidas de la siguiente manera: cinco opciones de mitigación para el subsector generación eléctrica, cuatro opciones de mitigación para el subsector demanda RCI; y posteriormente, se incorporaron dos opciones de mitigación priorizadas por el grupo de urbanismo que tienen injerencia directa para el sector. El análisis de impacto microeconómico indica que si todas estas opciones se implementaran en el período 2019-2050, se evitaría la emisión de **374 millones de toneladas de CO₂e, generando ahorros de 26,440 millones de Quetzales** a la sociedad guatemalteca durante el mismo período.

El plan Nacional de Energía 2017 – 2032 promueve una matriz energética que prioriza la utilización de los recursos naturales, lo cual permitirá que el país evolucione su matriz energética de un 54% de uso de recursos renovables en el 2016 a un 64 % en el 2032.

- SE-9/E-1. Incrementar el potencial de las hidroeléctricas existentes
- SE-10/E-2. Incrementar la generación solar
- SE-13/E-3. Incrementar la generación de energía geotérmica
- SE-16/E-4. Reducción de pérdidas a través de energía renovable
- SE-21/E-5. Desarrollo de mini y micro hidroeléctricas
- RCI-7/E-6. Eficiencia Energética en Edificaciones Existentes
- RCI-3/E-7. Estándares de Etiquetado para electrodomésticos
- RCI-10/E-8. Auditorías Energéticas
- RCI-15/E-9. Estufas de bajo consumo de leña
- U-3. Cambio a tecnología LED del sistema de alumbrado público
- U-4. Eficiencia energética en nuevas construcciones

Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

Figura 9 Curva de costos marginales de abatimiento para el Sector Energía | período 2019- 2050

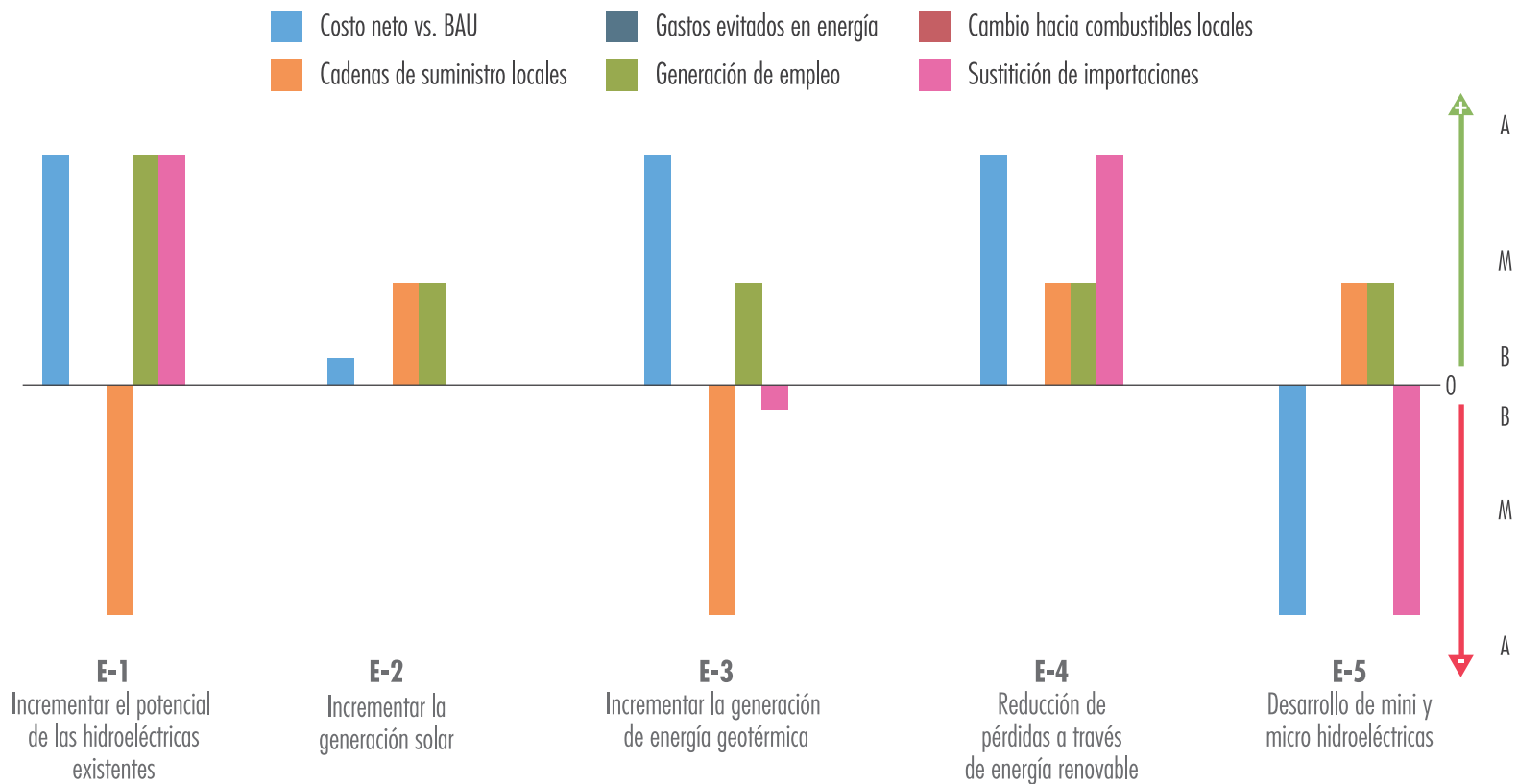


De las 11 opciones priorizadas, ocho de ellas representan ahorros netos para la sociedad en su implementación, mientras que la ampliación del aprovechamiento del potencial de generación solar (E-2), el desarrollo de mini y micro hidroeléctricas (E-5) y las nuevas generadoras renovables para apoyar el sistema de transmisión y reducir las pérdidas en generación (E-4), representan un costo neto de implementación para la sociedad. Las opciones de estándares de etiquetado de productos de bajo consumo (E-7) y las auditorías energéticas (E-8), junto con la opción de cambio de tecnología LED en sistema de alumbrado público (U-3) son las que muestran la mayor rentabilidad, ya que su implementación generaría un ahorro de más de Q.200.00 por tonelada de CO₂e reducida.

El plan Nacional de Eficiencia Energética 2019 – 2032 oficializado en el 2017, promueve el uso de tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético, esfuerzos que permitirán optimizar la intensidad de consumo de energía, así como la reducción de gases de efecto de invernadero.

El potencial de abatimiento por el uso de estufas de bajo consumo de leña (E-9) es la medida que más reducciones presenta para el sector, con aproximadamente 11 millones de toneladas de CO₂e reducidas en el año 2050; aunque esta opción se presenta en el sector energía, sus impactos están estrechamente relacionados con las metas de reducción de deforestación y degradación de bosques, al reducir la demanda de leña en 100,00 hogares. Los estándares de etiquetado en productos de bajo consumo energético (E-7) y el incremento del potencial de las hidroeléctricas existentes (E-1) también presentan un alto potencial de abatimiento, con más de dos millones de toneladas de CO₂e reducidas en ambos casos.

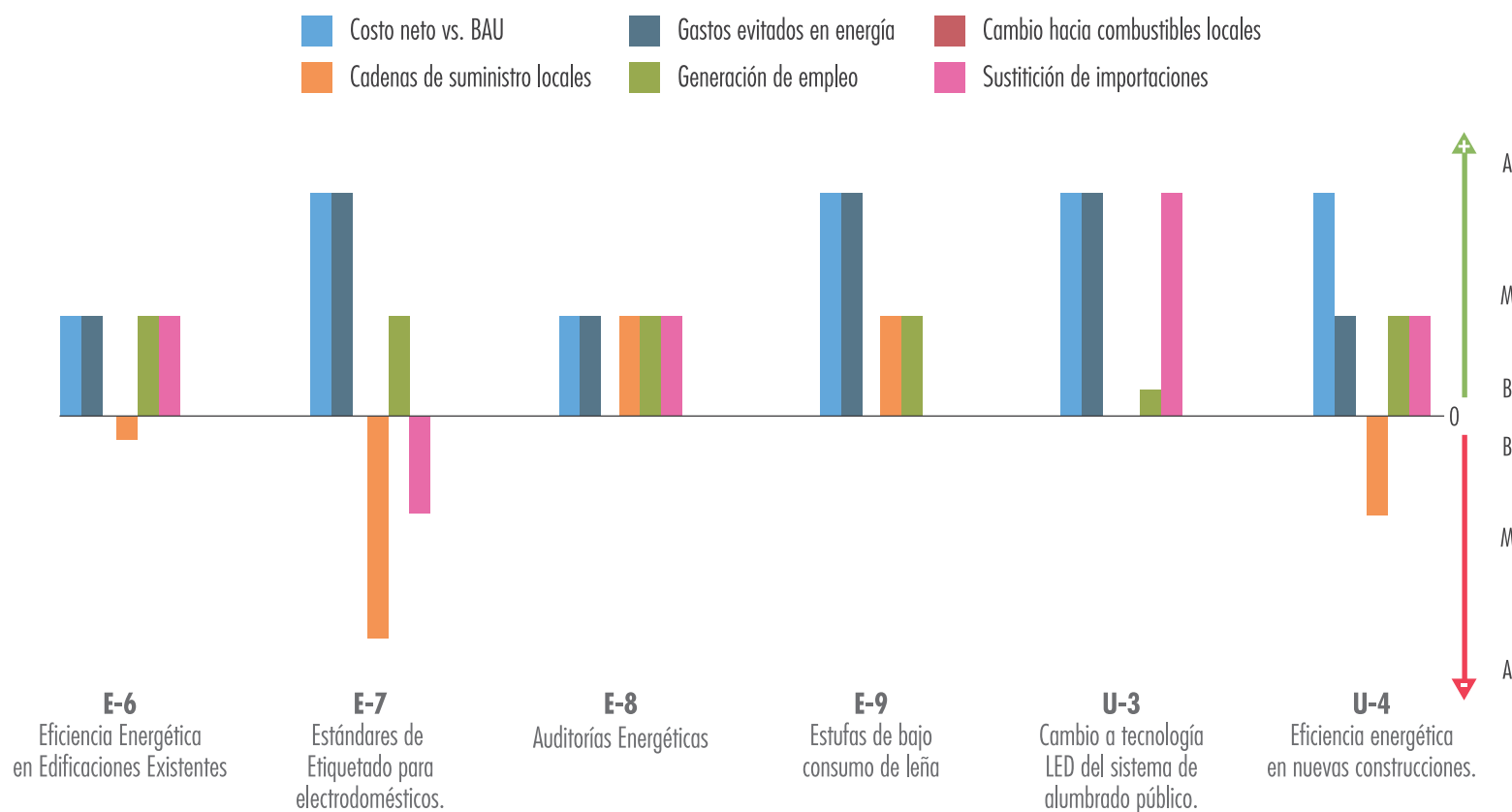
Figura 10 **Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Suministro de Energía**



A nivel macroeconómico, la generación eléctrica con fuentes renovables sustituye el uso de combustibles fósiles. La mayoría de las opciones de mitigación priorizadas en este sector, tienen un impacto positivo en la sustitución de importaciones; sin embargo, en algunos casos el impacto en el flujo de divisas puede ser reducido al hacerse necesaria la importación de insumos (como paneles solares) que no se fabrican localmente. En términos de costo, cuatro de las cinco opciones de generación de energía renovable tienen un balance de costos y beneficios con mayor rendimiento que la continuidad de prácticas actuales.

Todas las opciones orientadas a eficientizar el consumo energético tienen impactos positivos reduciendo gastos en energía con rendimientos mejores que las tendencias actuales. Las opciones de mitigación presentadas para el sector energía, estimulan prácticas intensivas de mano de obra, por lo que tienen un impacto positivo en la generación de empleo.

Figura 11 Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Demanda de Energía



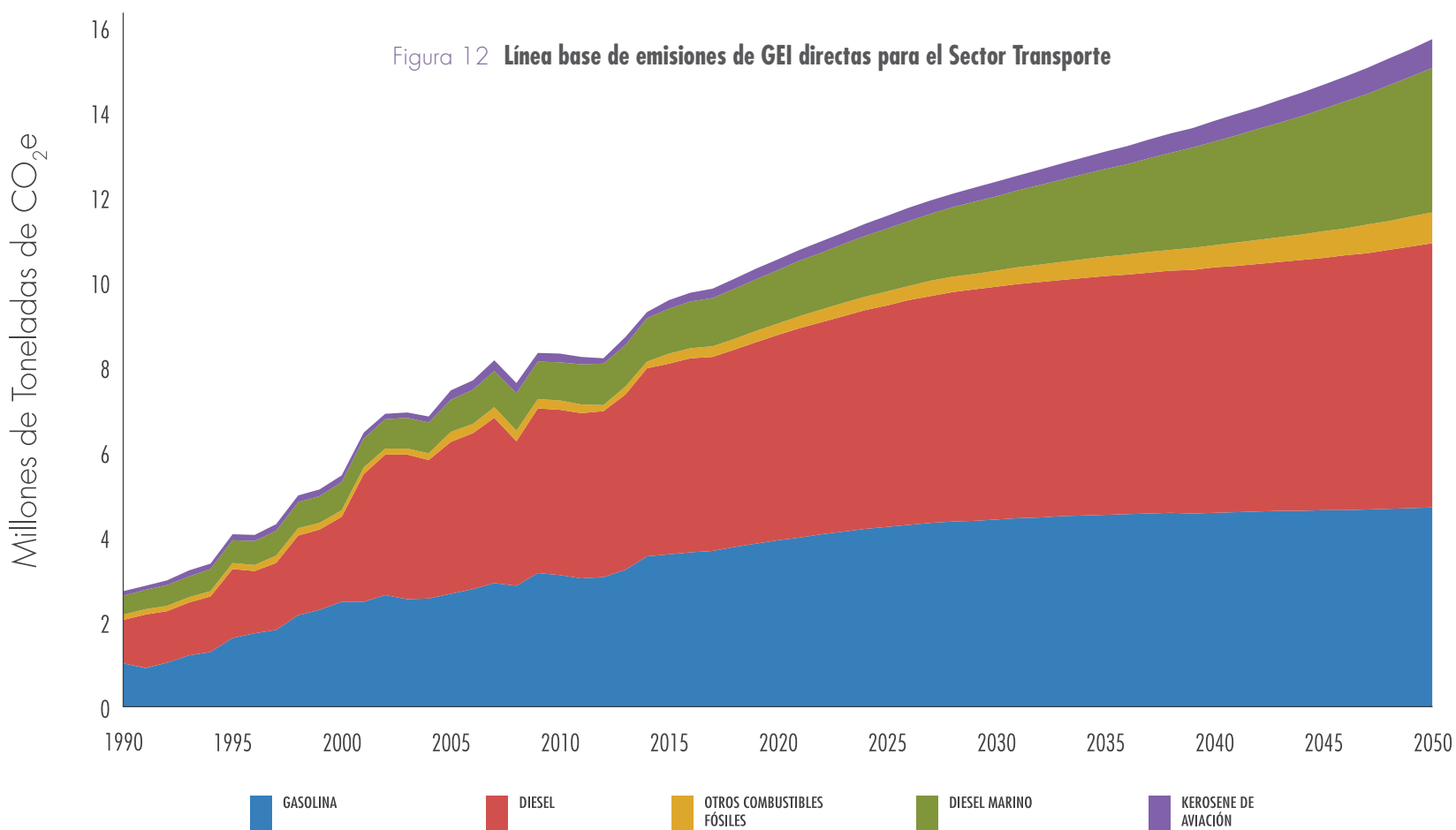


Sector Transporte



El proceso de formulación del sector transporte, fue liderado por el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI). Las emisiones de GEI del sector transporte se generan por la quema de combustibles utilizado en vehículos, buses, camiones, navegación y aviación. En Guatemala, se utiliza gasolina, diésel, gas licuado de petróleo (GLP) y querosén. La quema de estos combustibles genera dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

La estimación de emisiones del sector transporte al año 2015 es aproximadamente de 9.5 millones de toneladas de CO₂e; siguiendo los patrones actuales, para el año 2050 las emisiones del sector superarían los 15 millones de toneladas de CO₂e, incrementando en un 60%. Las principales emisiones del sector provienen del transporte terrestre, seguidas por las emisiones del transporte aéreo y marítimo.



- T-1. MetroRiel
- T-2. Transporte público extraurbano.
- T-3. Transporte público urbano
- T-4. Libramientos de Chimaltenango y Barberena.
- T-5. Vehículos eléctricos
- T-6. Uso del Etanol en la gasolina
- U-1. Política Nacional de Desarrollo Urbano
- U-2. Movilidad metropolitana sostenible

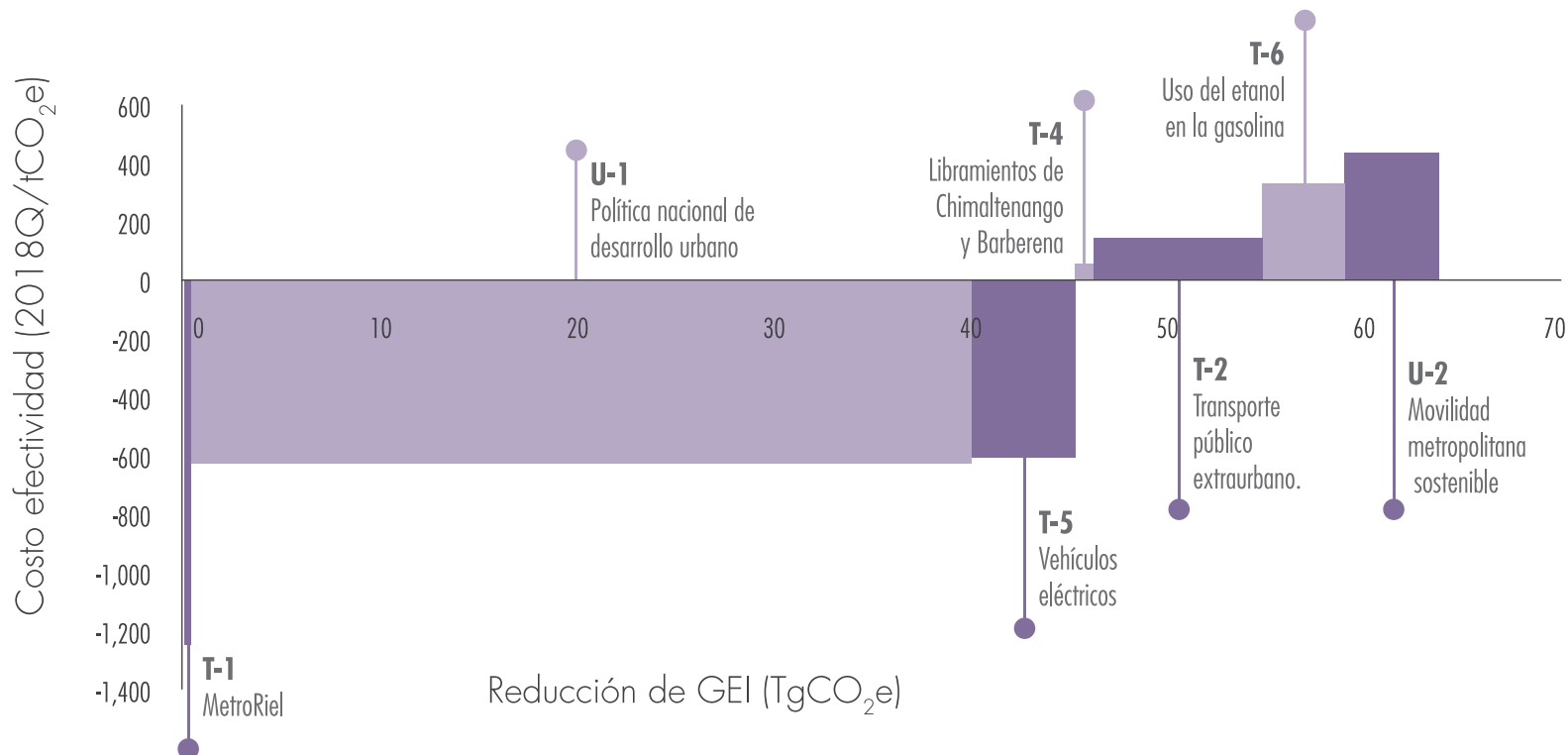
Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

El grupo de trabajo priorizó seis opciones de mitigación, con base en criterios sobre aceptación social, viabilidad técnica, política y ambiental. De las seis opciones priorizadas, cinco están orientadas a cambios tecnológicos y una a modificaciones en los combustibles. Asimismo, se incluyeron en este sector dos opciones priorizadas en el grupo de urbanismo, que promueven cambios en los patrones actuales del transporte. El impacto de la implementación de estas ocho opciones llevaría a una reducción de **80 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**, generando ahorros netos a la sociedad guatemalteca equivalentes a **27,613 millones de quetzales**.

De las ocho opciones de mitigación priorizadas, la implementación de la Política Nacional de Desarrollo Urbano (U-1) es la que presenta mayor oportunidad de reducción de emisiones, además de mayor ahorro para la sociedad. Los vehículos eléctricos (T-5) y del tren de cercanía MetroRiel (T-1), también representan ahorros netos.



Figura 13 Curva de costos marginales de abatimiento para el Sector Transporte | período 2019- 2050

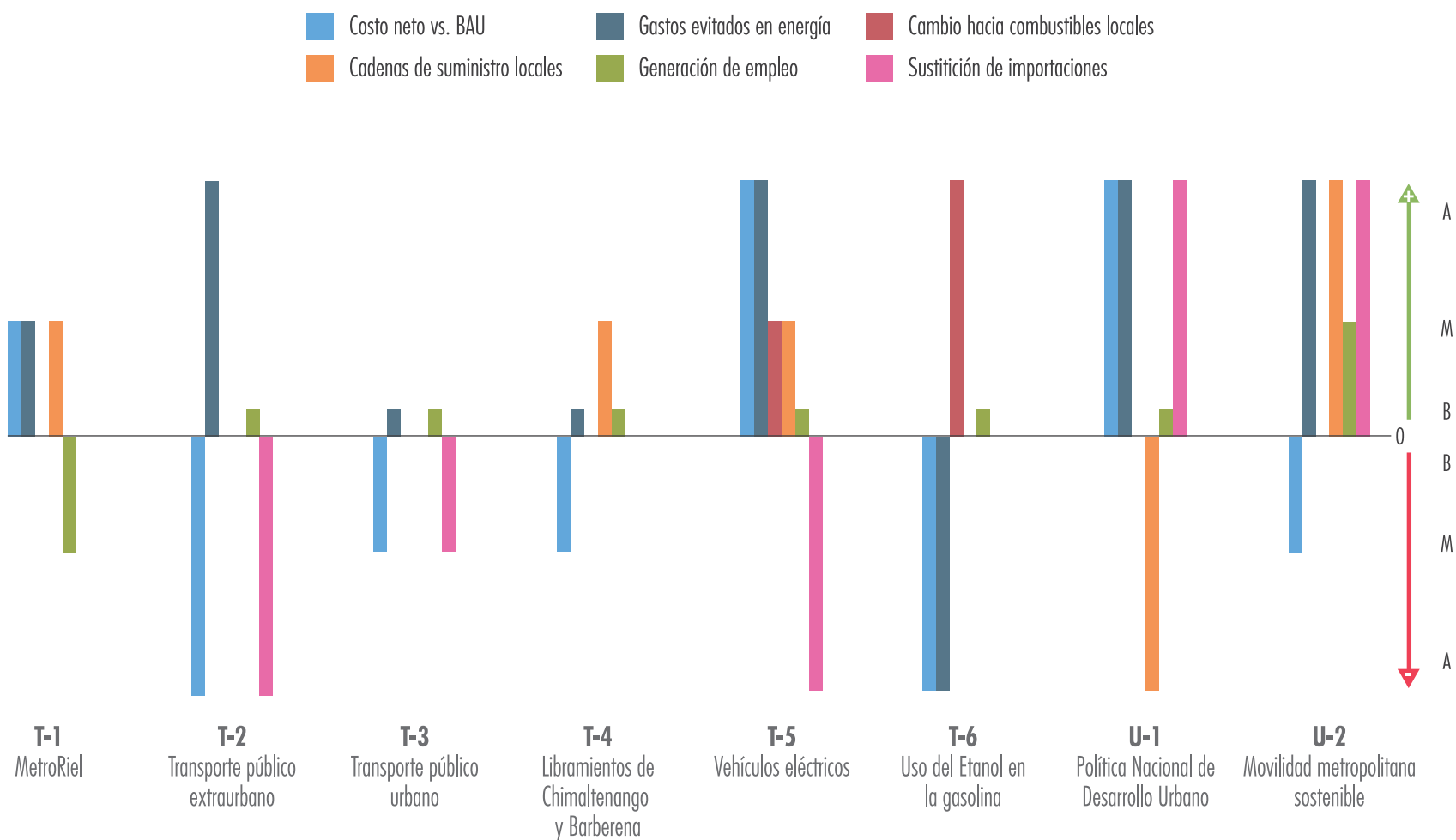


Las opciones priorizadas en este sector muestran variabilidad de impactos macroeconómicos, aunque se identifica que en su mayoría impactan de forma positiva en ahorros por el uso de energía. La opción para de vehículos eléctricos (T-5), presenta impactos positivos en costo respecto a la tendencia, gastos evitados en energía, cambio hacia combustibles locales, fortalecimiento de cadenas de suministro locales y generación de empleo.

Otras opciones como la implementación del Plan de Movilidad Metropolitana (U-2), representa un incremento en costo respecto a la tendencia actual, aunque con impactos positivos al reducir la cantidad de capital para importaciones, los gastos en energía, impulsan la generación de empleo y estimula las cadenas de suministro locales.

El plan 2020 de la Municipalidad de Guatemala promueve el desarrollo de corredores habitacionales y comerciales articulados a nodos de transporte, buscando con ello promover formas alternativas de movilidad (caminata y bicicleta) y reducir el número de kilómetros viajados, la contaminación del aire y las emisiones.

Figura 14 **Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Transporte**





Sector
Industria





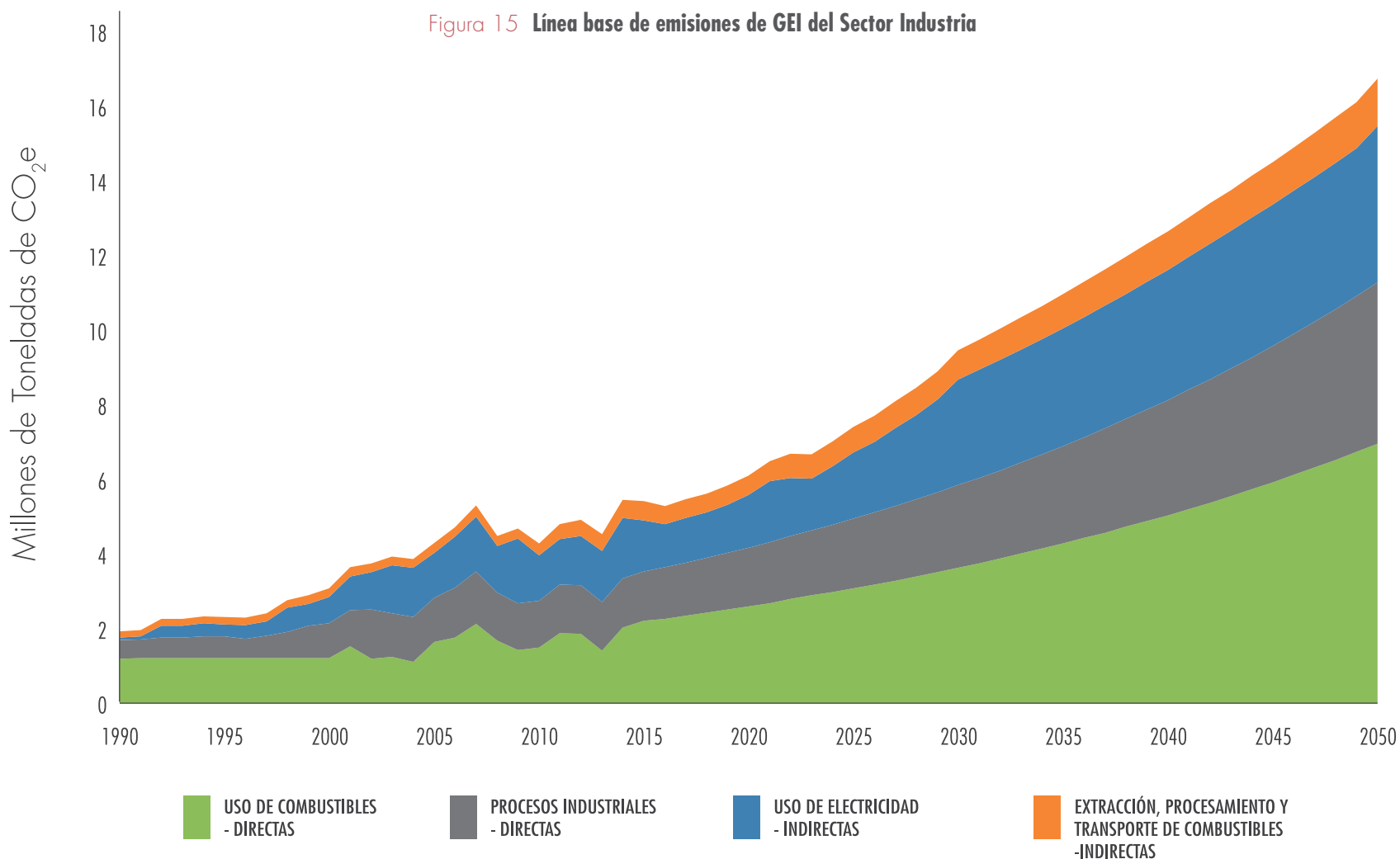
El proceso de formulación de la EDBE en el sector industria fue liderado por el Ministerio de Economía (MINECO). Las emisiones de GEI del sector industria se generan de tres fuentes principales:

- 1) **Emisiones directas por la quema de combustibles en hornos**, calentadores de proceso, calderas, generadores de energía eléctrica y otros usos finales de la energía
- 2) **Emisiones directas por procesos industriales**, en donde hay una transformación química o física de materias primas a metales, químicos, u otros minerales
- 3) **Emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica** en instalaciones y equipos industriales

Las emisiones directas de gases de efecto invernadero de este sector provienen del dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), y óxido nítrico (N_2O) por el consumo y quema de coque de petróleo, diésel, bunker, gas licuado de petróleo, biomasa y otros combustibles en la industria. Las emisiones de CO_2 de procesos industriales, se generan

durante la producción de cemento, acero, cal y vidrio. También hay emisiones de otros gases de GEI provenientes de los hidrofluorocarburos (HFCs) utilizados en refrigerantes; sin embargo, para este ejercicio, no se encontraron datos sobre estas emisiones. Las emisiones indirectas son las que se producen en las instalaciones de generación de poder, incluyendo pérdidas durante la transmisión y la distribución. La figura 15 presenta las emisiones del sector industrial y con una transparencia, presenta las emisiones indirectas relacionadas a la extracción, procesamiento y transporte de combustibles que se consumen en este sector.

Para el año 2015, las emisiones de GEI del sector industria ascendieron a 4.7 millones de toneladas de CO_2 equivalente. Se proyecta que esta cifra aumente a casi 9.5 millones de toneladas al año 2030 (aumentando más del 100% en relación al 2015) y a 16.7 millones de toneladas al 2050 (con un aumento del 200% en relación al 2015), debido al crecimiento económico esperado para los próximos años y el aumento del producto interno bruto.

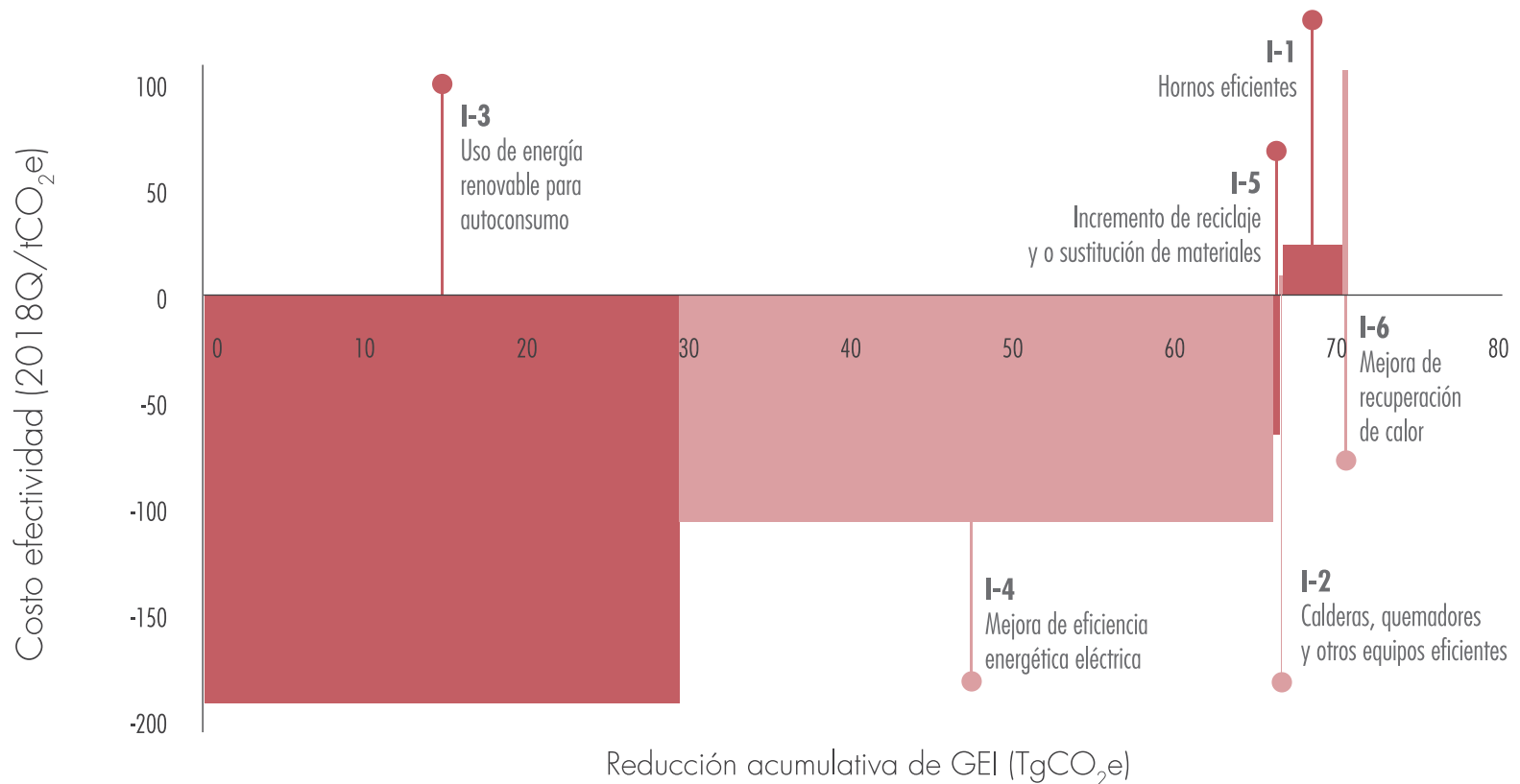


El grupo de trabajo del sector industria priorizó seis opciones de mitigación basándose en los posibles impactos a la competitividad, cambios tecnológicos, crecimiento y viabilidad económica. La implementación de las seis opciones de mitigación reduciría **103 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**, generando ahorros a la sociedad guatemalteca por **12,603 millones de quetzales**.

- I-1. Hornos eficientes
- I-2. Calderas, quemadores y otros equipos eficientes
- I-3. Uso de energía renovable para autoconsumo
- I-4. Mejora de eficiencia energética eléctrica
- I-5. Incremento de reciclaje y o sustitución de materiales
- I-6. Mejora de recuperación de calor

Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

Figura 16 Curva de costos marginales de abatimiento para el Sector Industria | período 2019- 2050



La figura 16 presenta los impactos de la implementación de estas opciones en términos de rentabilidad hacia la sociedad guatemalteca, expresada en quetzales por tonelada de CO₂e reducido. De las seis opciones consideradas, tres de ellas presentan un ahorro neto para lo sociedad en su implementación, mientras que la eficiencia energética en hornos (I-1) y otros equipos (I-2), junto con mayor recuperación de calor (I-6), representan una inversión neta social. Las opciones de generación de energía renovable para autoconsumo (I-3) y la de mayor eficiencia en energía eléctrica (I-4) son las que muestran la mayor rentabilidad. En el caso de la generación de energía renovable resultaría en un ahorro de Q.190.00 por tonelada de CO₂e reducida (I-3), mientras que implementación de eficiencia en energía eléctrica (I-4) generaría un ahorro de aproximadamente Q.110.00 por tonelada de CO₂e reducida.

El Ministerio de Economía, a través de la Dirección del Sistema Nacional de la Calidad, está impulsando la Política Nacional de la Calidad que tiene por objetivo mejorar las condiciones del comercio nacional e internacional, coadyuvando a la competitividad de las empresas y a la protección de los consumidores.

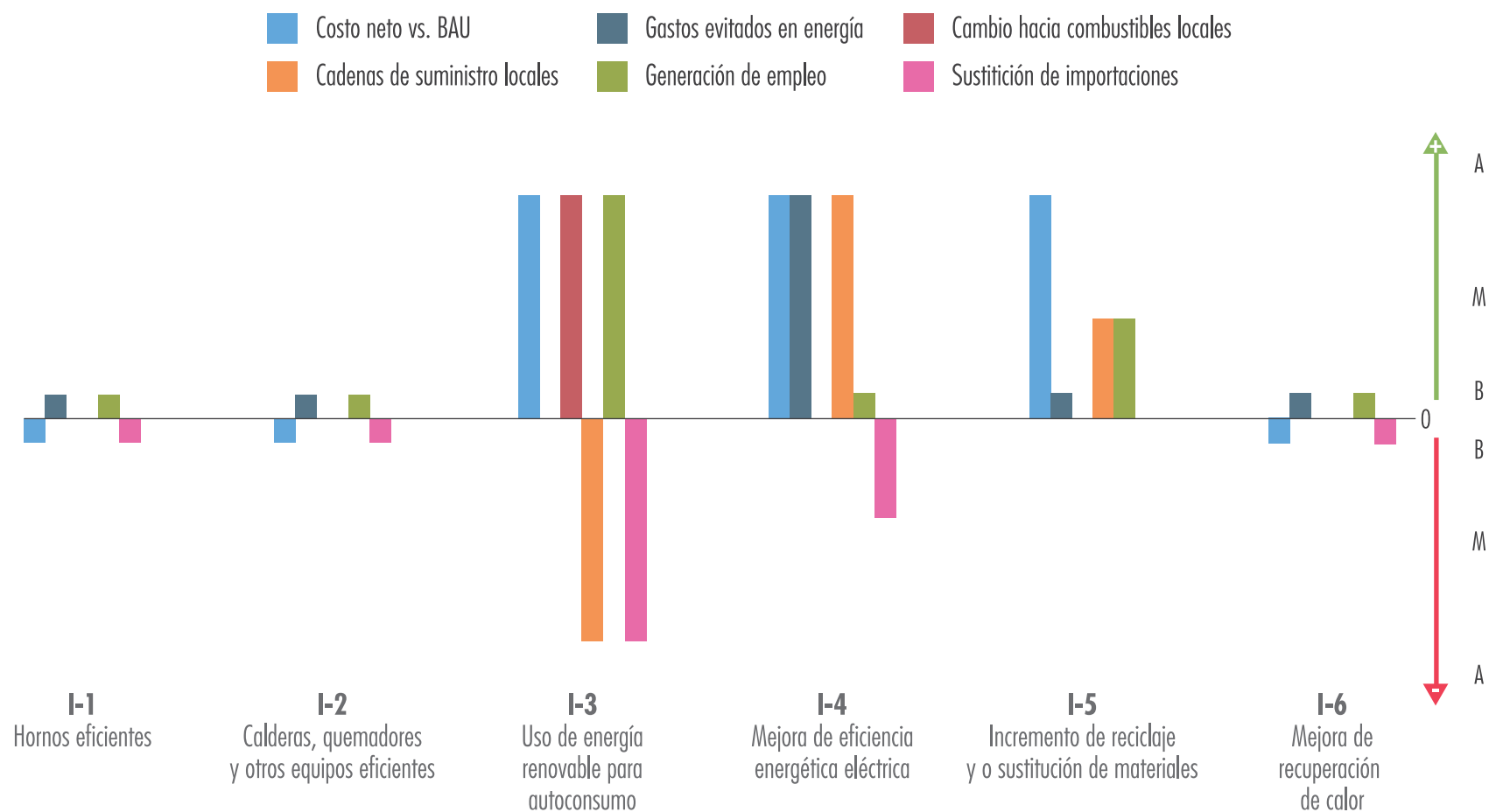
Todas las opciones de este sector muestran impactos positivos en la generación de empleo, así como en la reducción de gastos de energía en forma de electricidad o de combustibles. Se identifica que tres de las seis opciones representan un costo menor a mantener el curso actual; sin embargo, en la mayoría de las opciones de mitigación se orienta el flujo de divisas hacia importaciones dado que es necesario adquirir nuevos equipos de fabricación extranjera.

En el 2017, el Sistema Nacional de Calidad del MINECO presentó la Norma Técnica Guatemalteca NTG ISO 14064-1. Esta norma detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de los inventarios de GEI para compañías y organizaciones, así como los mecanismos de reporte, validación y verificación con el respaldo de estándares internacionales.



Foto: Ministerio de Energía y Minas

Figura 17 Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Industria



Sector Agricultura y Ganadería

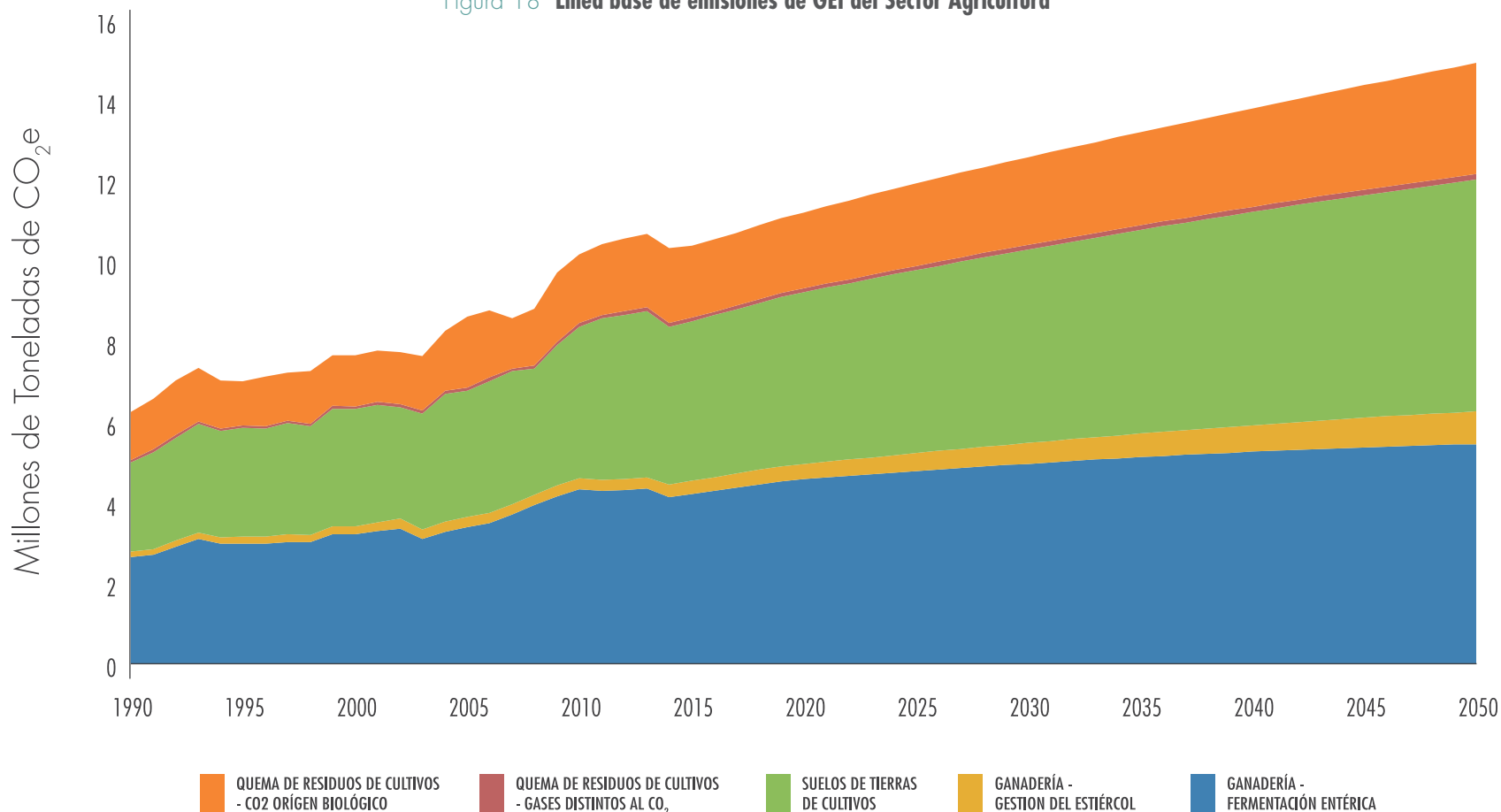


Foto: Gerson Quevedo



Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agricultura/ganadería se generan por la aplicación de nitrógeno (N_2O) a los suelos, que proviene de los fertilizantes para cultivos o bien por el estiércol depositado por los animales en pastoreo. Otra fuente de emisiones en este sector es el metano (CH_4) que se genera por la fermentación entérica, especialmente del ganado; además de la gestión del estiércol de ganado o animales de granja. Las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de residuos agrícolas se contabilizan, aunque las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) del proceso de quema se asume que fueron capturadas en un ciclo neutral, por lo que no se contabilizan. El sector también puede conservar carbono o remover dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera, a través de la introducción o el cultivo de especies perennes. En el proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones para Guatemala, el sector agricultura/ganadería fue liderado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Figura 18 Línea base de emisiones de GEI del Sector Agricultura



Para el año 2015 las emisiones del sector sumaron 10 millones de toneladas de CO₂e, proyectando un incremento al 2030 de 12 millones de toneladas y al 2050 de 15 millones de toneladas principalmente por el crecimiento de la población que demanda mayor cantidad de alimentos.

A través de un proceso de consulta y discusión con los participantes de la mesa de trabajo sectorial, se priorizaron siete opciones de mitigación, de las que cuatro están enfocadas en prácticas agrícolas y tres van orientadas a la ganadería. La implementación de estas siete opciones representaría la reducción de **753 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**, con un costo de **4,184 millones de quetzales para la sociedad guatemalteca**.

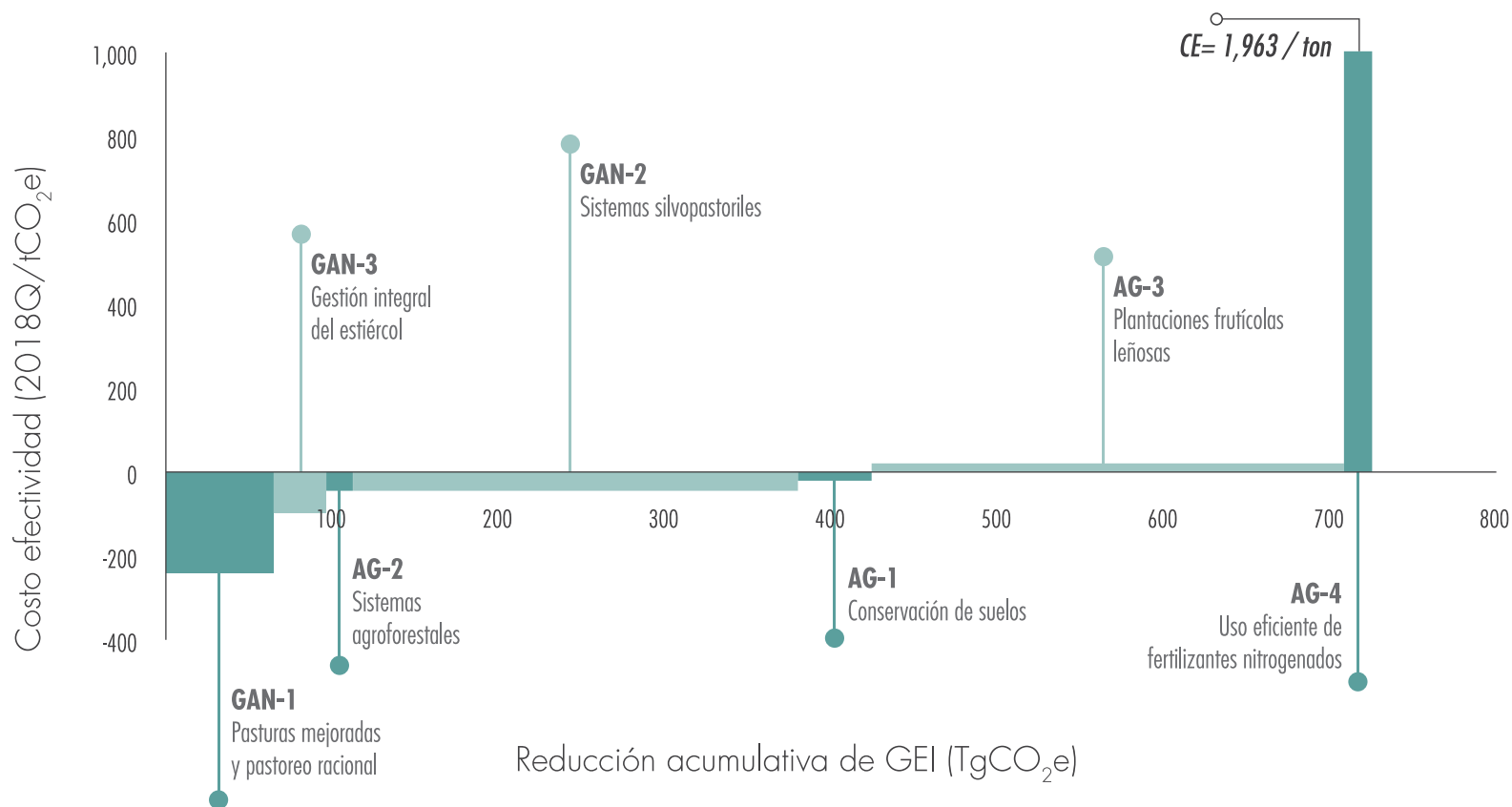
- AG-1. Conservación de Suelos
- AG-2. Sistemas agroforestales
- AG-3. Plantaciones frutícolas leñosas
- AG-4. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados
- GAN-1. Pasturas mejoradas y pastoreo racional
- GAN-2. Sistemas silvopastoriles
- GAN-3. Gestión integral del estiércol

Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

Foto: Luis Ríos



Figura 19 Curva de costos marginales de abatimiento para el Sector Agricultura y Ganadería | periodo 2019- 2050



La principal oportunidad de reducción de emisiones en este sector está en la remoción de carbono a través de introducción de árboles a sistemas silvopastoriles (GAN-2) y el establecimiento de plantaciones frutícolas leñosas (AG-3). Con la implementación de estas dos opciones, se reducirían a lo largo de 30 años 555 millones de toneladas de CO₂e. En términos de ahorros, el establecimiento de pasturas mejoradas (GAN-1), proporcionaría ahorros de 15,589 millones de quetzales, en el periodo 2019-2050, lo que implica un ahorro Q241.00 por cada tonelada de CO₂e evitada.

La Estrategia Nacional de Ganadería Bovina Sostenible con Bajas Emisiones oficializada en el 2018, es un instrumento de la Política de Ganadería Bovina Nacional (MAGA, 2013), que busca Innovar y modernizar los sistemas tradicionales de producción de ganadería bovina a nivel nacional con el fin de lograr una ganadería productiva, rentable, competitiva, sostenible y baja en emisiones de GEI.

Los impactos macroeconómicos más notorios en este sector están en la generación de empleo; ya que todas las opciones tienen impactos positivos en esta variable. La mayoría de las opciones del sector fortalecen las cadenas locales de suministro y reducen los flujos de capital hacia el exterior al requerir menores importaciones. La implementación de las opciones de mitigación del subsector ganadero, muestran un balance de costos y beneficios positivo, en relación con las prácticas implementadas actualmente.

Figura 20 Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Agricultura y Ganadería

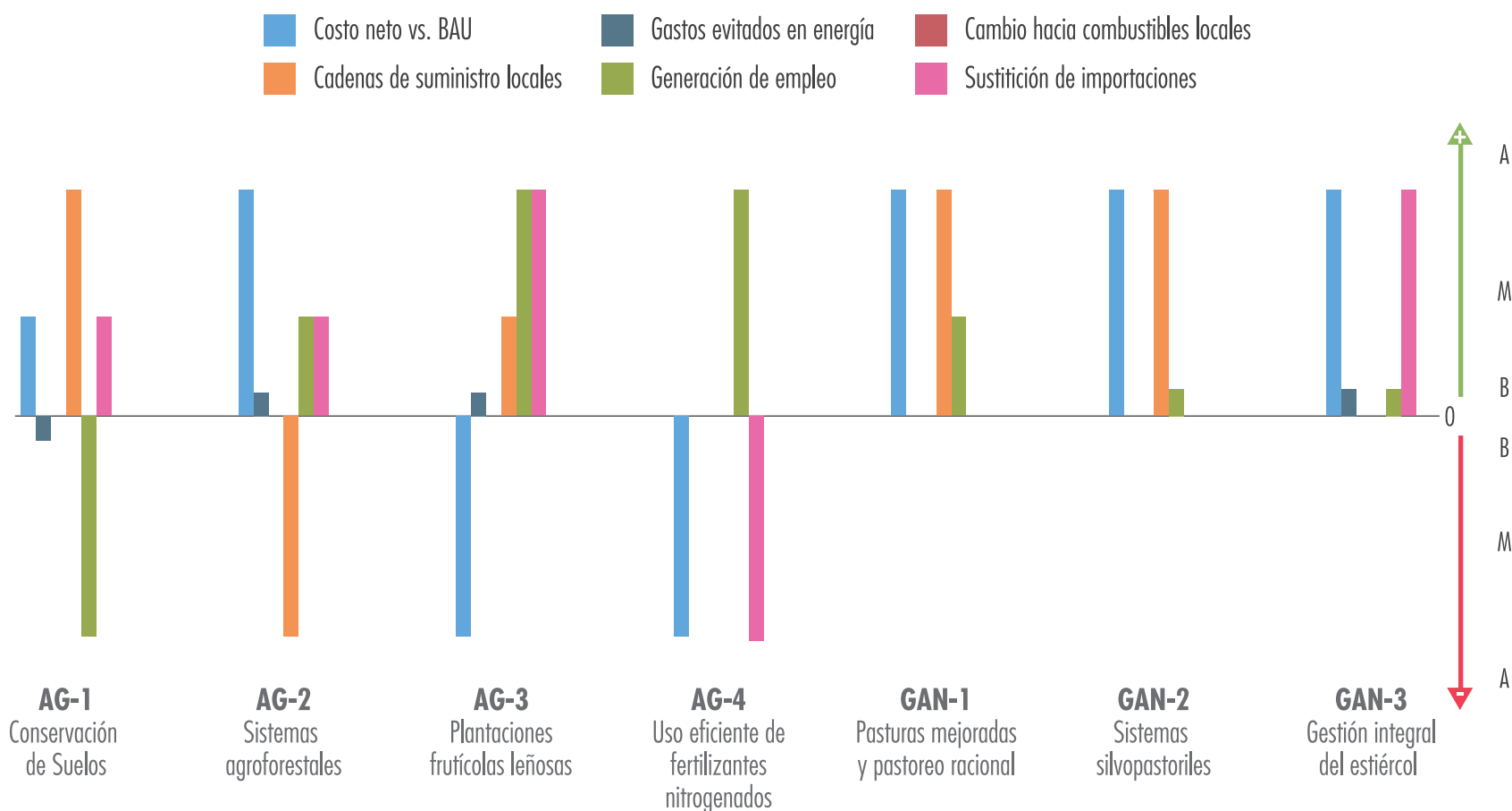




Foto: Xiomara Lima

Sector Bosques y otros usos de la tierra



Foto: Liz Alburez



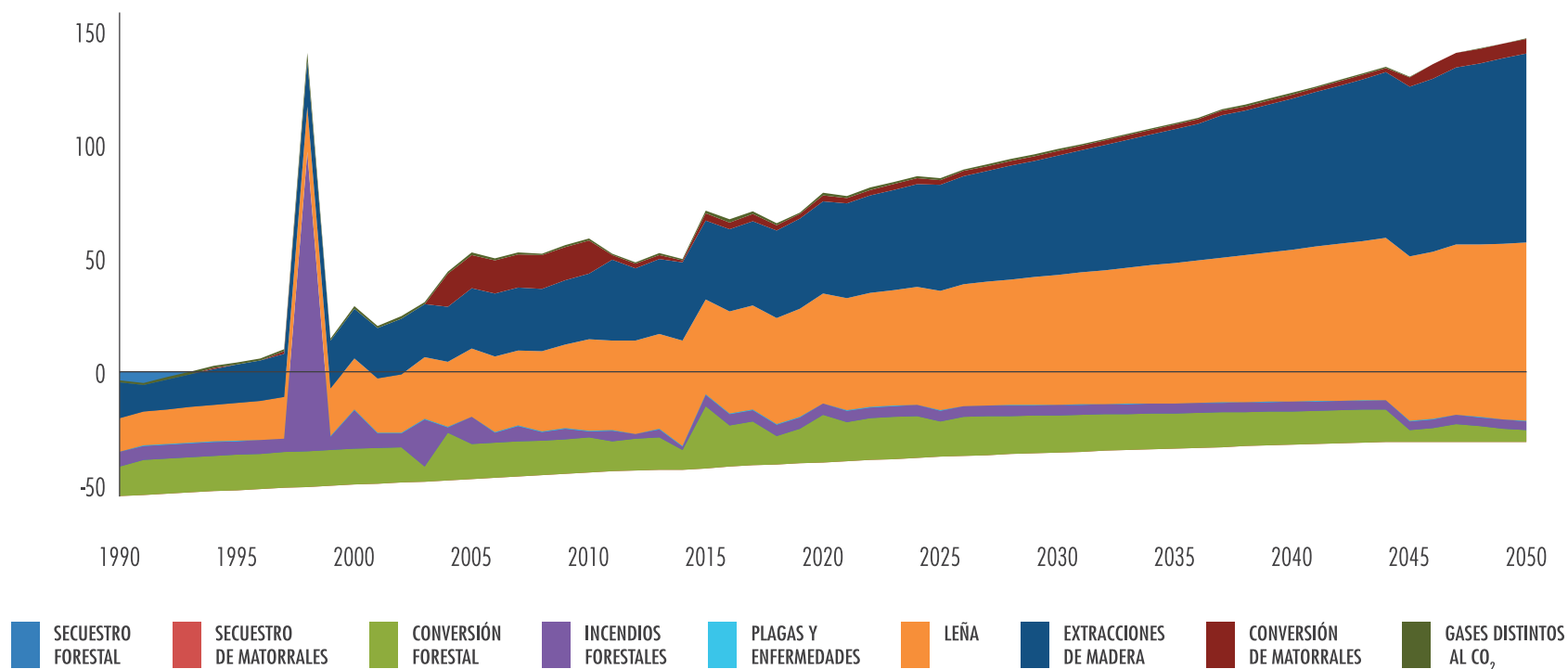


Bosque natural, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango

Las emisiones de GEI en el sector bosques y otros usos de la tierra provienen de la deforestación de los bosques, la extracción de madera y leña y el cambio de uso de la tierra. Los bosques son sumideros que almacenan carbono en los árboles y otras especies, en la materia orgánica y en el suelo, por lo que la pérdida de bosques o su degradación implica que el carbono retenido se libera a la atmósfera a través de emisiones de GEI, mientras que el crecimiento de los bosques implica remociones de carbono. Se estima que para el año 2015 las emisiones del sector sumaron 71 millones de toneladas de CO₂e, proyectando un incremento al 2030 de 98 millones de toneladas y al 2050 de 146 millones de toneladas.

Las mesas de trabajo de este sector fueron lideradas por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), debido a que las tierras forestales en Guatemala están ubicadas dentro y fuera de áreas protegidas.

Figura 21 Línea base de emisiones de GEI del Sector Bosques y otros usos de la tierra



El grupo de trabajo del sector bosques y otros usos de la tierra, priorizó cinco opciones de mitigación de acuerdo a su viabilidad técnica, viabilidad política, impacto ambiental y aceptación social. El análisis de impactos microeconómicos refleja que la implementación de las cinco opciones de mitigación permitiría reducir **1,236 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**, con una combinación de emisiones evitadas y remociones directas. La im-

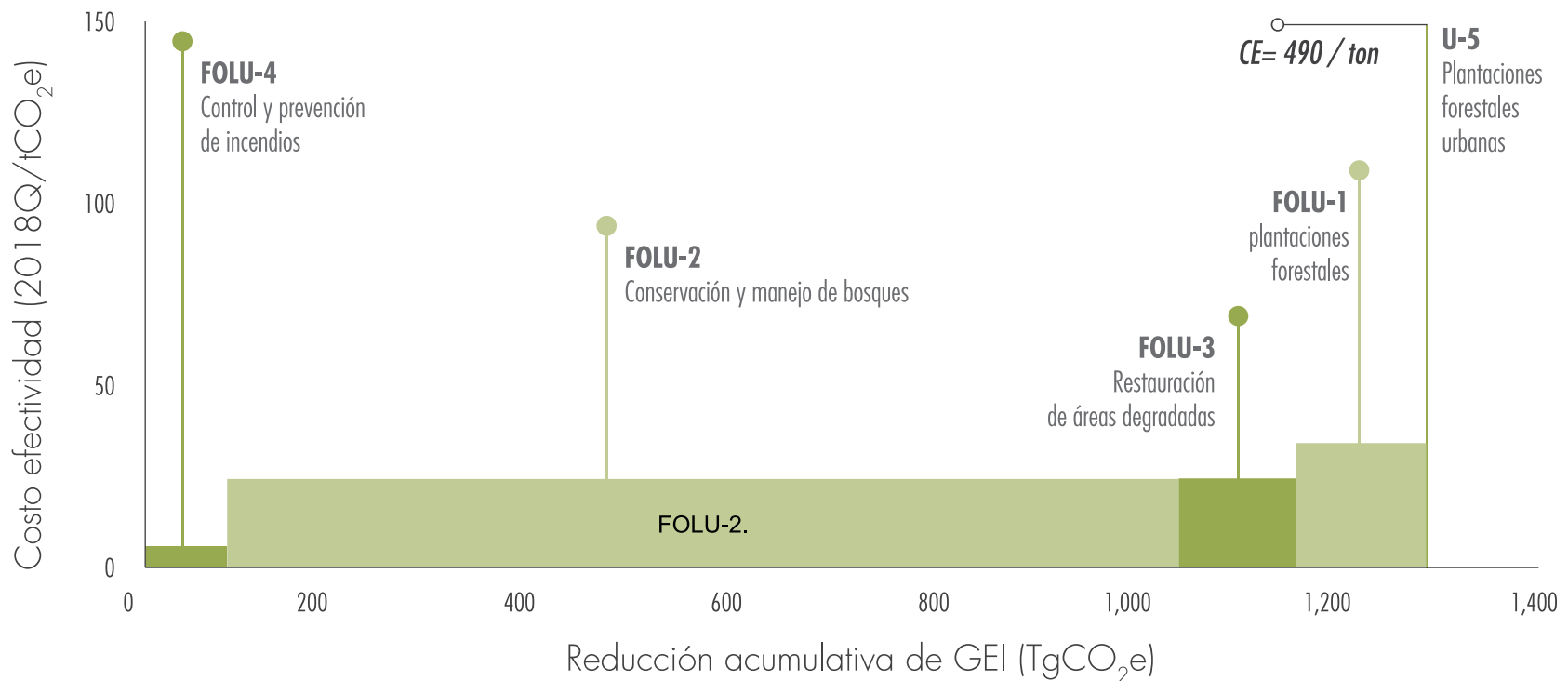
plementación de estas opciones conlleva costos netos para la sociedad, equivalentes a **29,923 millones de quetzales, Q24.00** por tonelada de CO₂e evitada o removida. La opción que mayores reducciones de emisiones de GEI presenta es la conservación y manejo de bosques (B-2), reduciendo **918 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**.

Los Programas de incentivos PROBOSQUE Decreto 2-2015 y PINPEP Decreto 51-2010, fomentan la actividad forestal en el país, contribuyen con la protección y restauración de la base natural, estimulan la participación social, impulsan el crecimiento económico, apoyan la seguridad alimentaria y la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la gestión de recursos hídricos, la reducción de riesgos a desastres naturales y la gobernanza de los bosques.

- B-1. Plantaciones forestales
- B-2. Conservación y Manejo de Bosques
- B-3. Restauración de áreas Degradadas
- B-4. Control y prevención de incendios
- U-5. Plantaciones forestales urbanas

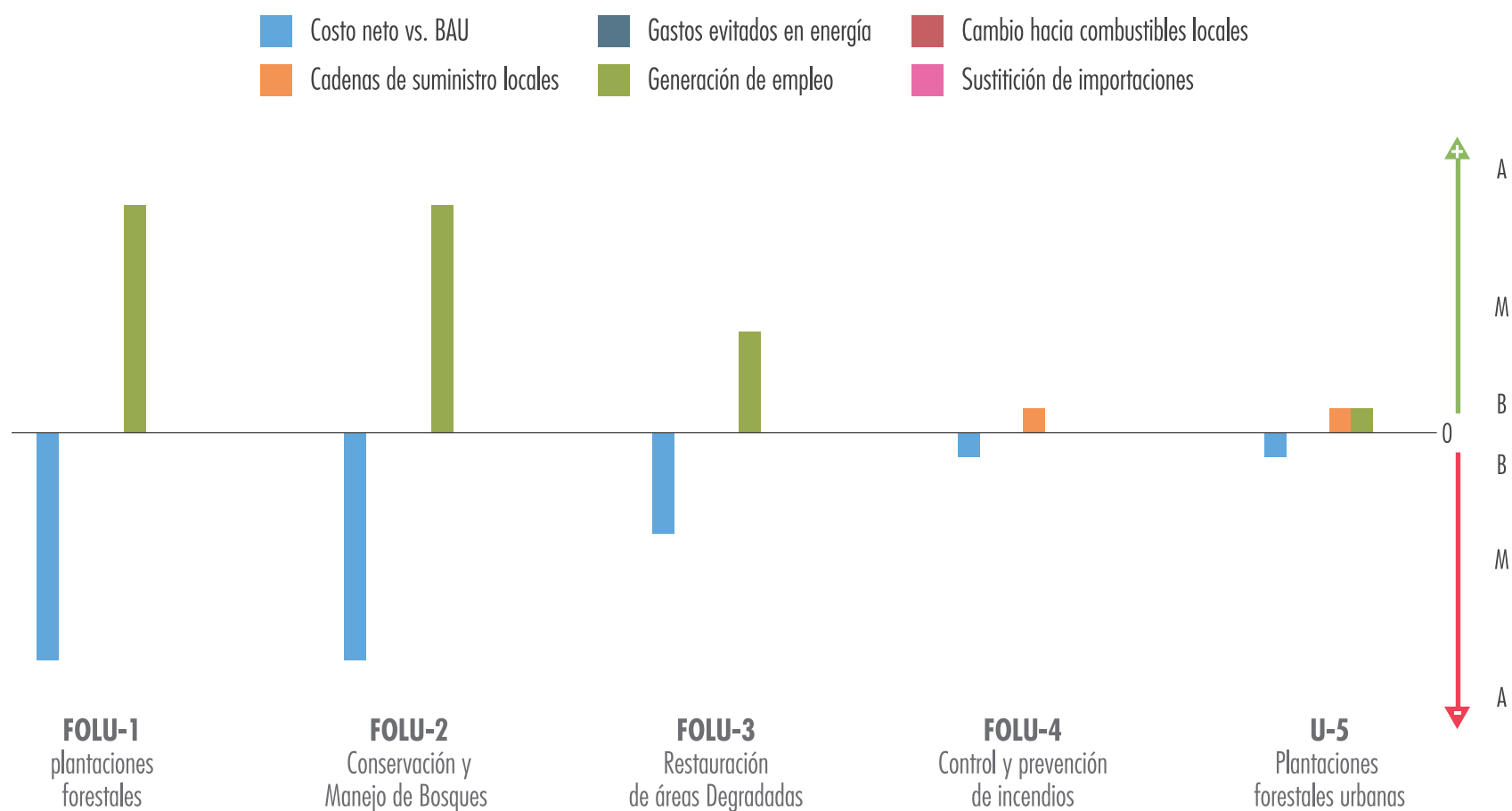
Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

Figura 22 Curva de costos marginales de abatimiento para el sector Bosques y otros usos de la tierra | periodo 2019- 2050



El análisis macroeconómico en este sector identificó que la implementación de las opciones de mitigación priorizadas conlleva costos superiores en comparación con las prácticas actuales. Sin embargo, también muestra impacto positivo en la generación de empleo y en las cadenas locales de suministros.

Figura 23 Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Bosques y otros usos de la tierra





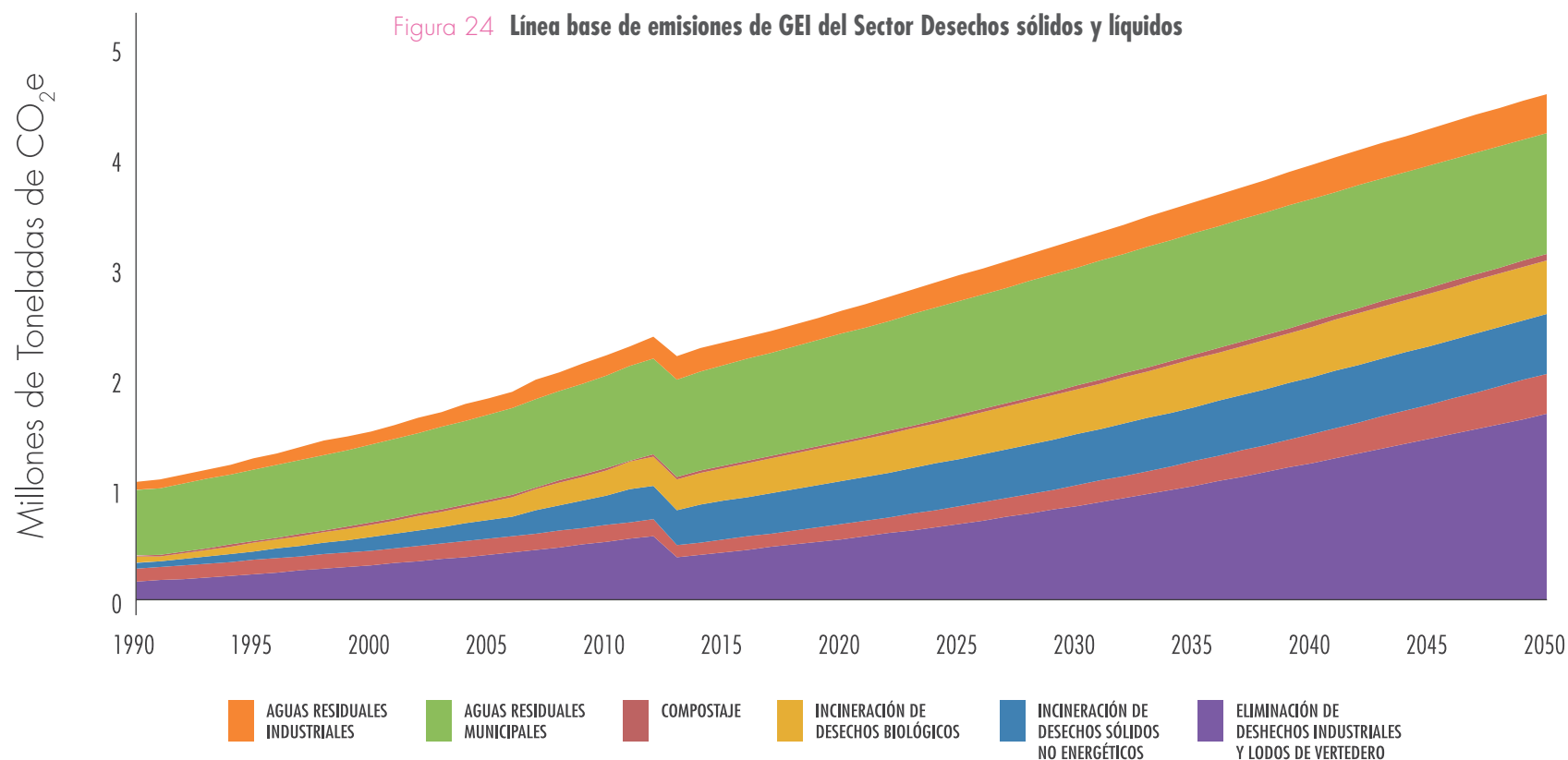
Sector
**Desechos
sólidos y líquidos**



Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector desechos provienen principalmente de la descomposición de la materia orgánica en los vertederos, por la incineración de desechos y por el tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. El proceso para este sector fue liderado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), subdividiéndolo en dos grandes grupos: manejo de desechos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Las emisiones directas del sector provienen de la descomposición de residuos sólidos urbanos (RSU) en vertederos y de las aguas residuales municipales. Se estima que para el año 2015 el sector emitió 2 millones de toneladas de CO₂e y de seguir el patrón de manejo actual para el año 2050 este monto se duplicará. Las emisiones en este sector se incrementan a medida que crece la cantidad de desechos sólidos y líquidos gestionados sin los procesos adecuados.

Con el objetivo de promover mejoras a la gestión ambiental de los residuos y de estabilizar el incremento de emisiones de GEI, el grupo de trabajo del sector priorizó seis opciones de mitigación que de acuerdo al análisis microeconómico realizado, indican que con la implementación de estas opciones se reducirían **186 millones de toneladas de CO₂e en el período 2019-2050**, representando un ahorro para la sociedad de **8,616 millones de quetzales**.



- D-1. Ampliación y eficiencia en recolección de desechos solidos
- D-2. Reutilización y reciclaje de residuos
- D-3. Compostaje

- D-4. Aprovechamiento de metano en vertederos
- DL-1. Ahorro de agua
- DL-2. Tratamiento de aguas residuales

Para la facilidad de comprensión del documento, se simplificaron los nombres de las opciones de mitigación, versión original en anexos.

Figura 25 Curva de costos marginales de abatimiento para el Sector Desechos sólidos y líquidos | período 2019- 2050

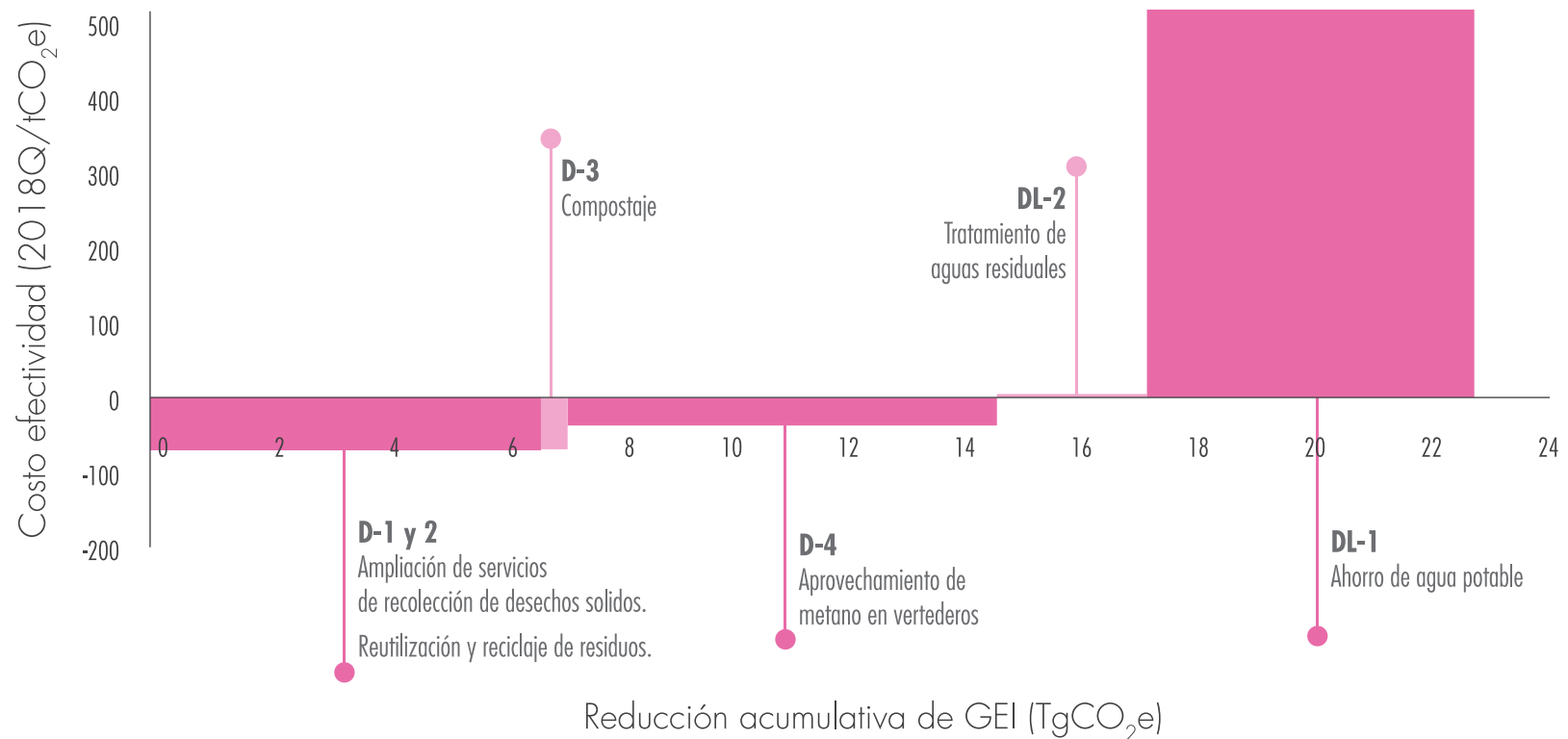


Foto: Xiomara Lima

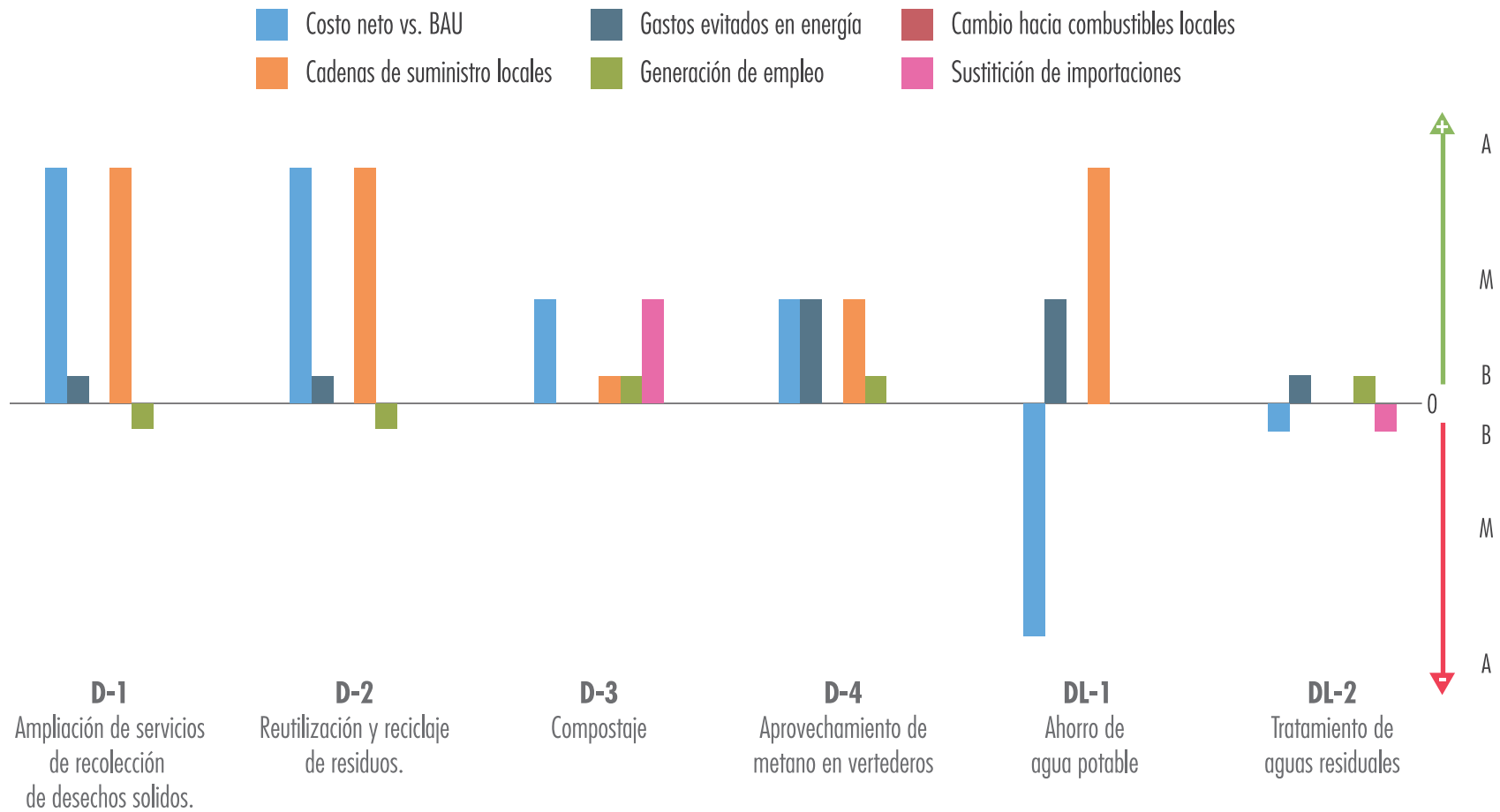


La principal reducción de emisiones de este sector se detalla directamente en el sector de transporte, pues se enfoca en generar mejoras en la eficiencia de los servicios de recolección (D-1), así como la reducción, reutilización y reciclaje de desechos inorgánicos (D-2). La implementación de medidas de ahorro de agua residuales implica altos costos, dado que incluye cambios para el ahorro del uso de un recurso con un costo aún no definido en Guatemala.

Cinco de las seis opciones de mitigación priorizadas tienen impactos económicos menores al comportamiento actual, con excepción de la implementación de medidas de ahorro de agua residual, que también tiene un impacto positivo en la generación de empleo. La implementación de la opción de mitigación para el aprovechamiento de energía de metano en vertederos (D-4), tiene un costo menor que la tendencia actual, reduce gastos en energía, estimula las cadenas locales de suministro e intensifica la demanda de mano de obra, constituyéndose en una fuente de empleo.

La política Nacional para la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos, Acuerdo Gubernativo 281-2015, contempla un enfoque integral en el manejo de desechos sólidos, desde la colecta, el transporte hasta su disposición final, proponiendo también abordar cambios de conducta en la producción de estos desechos, acciones que repercutirán en minimizar los impactos negativos a la salud y medio ambiente.

Figura 26 Análisis de impactos macroeconómicos del Sector Desechos sólidos y líquidos





6. Integración de opciones de Política

A continuación, se presenta la curva de costos marginales de abatimiento (curva MAC, por sus siglas en inglés) que integra las 43 opciones de mitigación incluidas en la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones. La curva MAC facilita la comparación de cada una de las 43 opciones de acuerdo a su potencial de reducción de emisiones de GEI y el costo efectividad, que se presenta en quetzales por tonelada reducida de dióxido de carbono equivalente. A diferencia de las curvas MAC sectoriales presentadas en el capítulo anterior, en esta gráfica se consideró cualquier traslape que pudiera existir entre las opciones de mitigación de los diferentes sectores. Es decir, si alguna opción de mitigación del sector transporte también tiene impacto sobre las opciones de mitigación del sector energía, el impacto está considerado como parte del análisis intersectorial. Es importante resaltar que esta curva MAC presenta información sobre dos variables para cada opción de mitigación. A pesar de que algunas opciones de mitigación implican un costo de inversión, puede tener un mayor potencial de co-beneficios como salud, impacto social y otros aspectos económicos y ambientales que se deben considerar. Con base en los resultados anteriores, a continuación, se presenta la curva MAC para Guatemala, con las 43 opciones identificadas y priorizadas para cada sector.

7. Impactos de la estrategia

La implementación de las opciones de mitigación de la estrategia de desarrollo con bajas emisiones permitirá al país continuar en su ruta de desarrollo y a la vez reducir la intensidad de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Se estima que en el período 2019-2050 se reducirían 2,454 Millones de Toneladas de CO₂e a través de la reducción del uso de combustibles fósiles, conservación de bosques, mejoras en la agricultura y una adecuada gestión de desechos. Asimismo, se estima que los beneficios económicos para la sociedad serían de 41,166 millones de quetzales, los cuales pueden ser destinados a acciones que beneficien las condiciones de vida de los guatemaltecos.

- **Deforestación evitada a 2030:** 595,000 hectáreas (equivale a dos veces el tamaño del departamento de Guatemala)
- **Deforestación evitada a 2050:** 1.2 Millones de hectáreas (equivale a el tamaño de los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa juntos)
- **Bosque plantado al 2030:** 227,000 ha equivalente al tamaño del departamento de Guatemala
- **Bosque plantado al 2050:** 715,000 ha equivalente a dos veces el tamaño de San Marcos
- **Uso evitado de gasolina a 2030** – 58.6 Millones de Galones
- **Uso evitado de gasolina a 2050** - 65.1 Millones de Galones
- **Al año 2030 el uso combustible evitado equivale a 685 Millones de galones de gasolina**
- **Al año 2050 el uso combustible evitado equivale a 1,474 Millones de galones de gasolina**





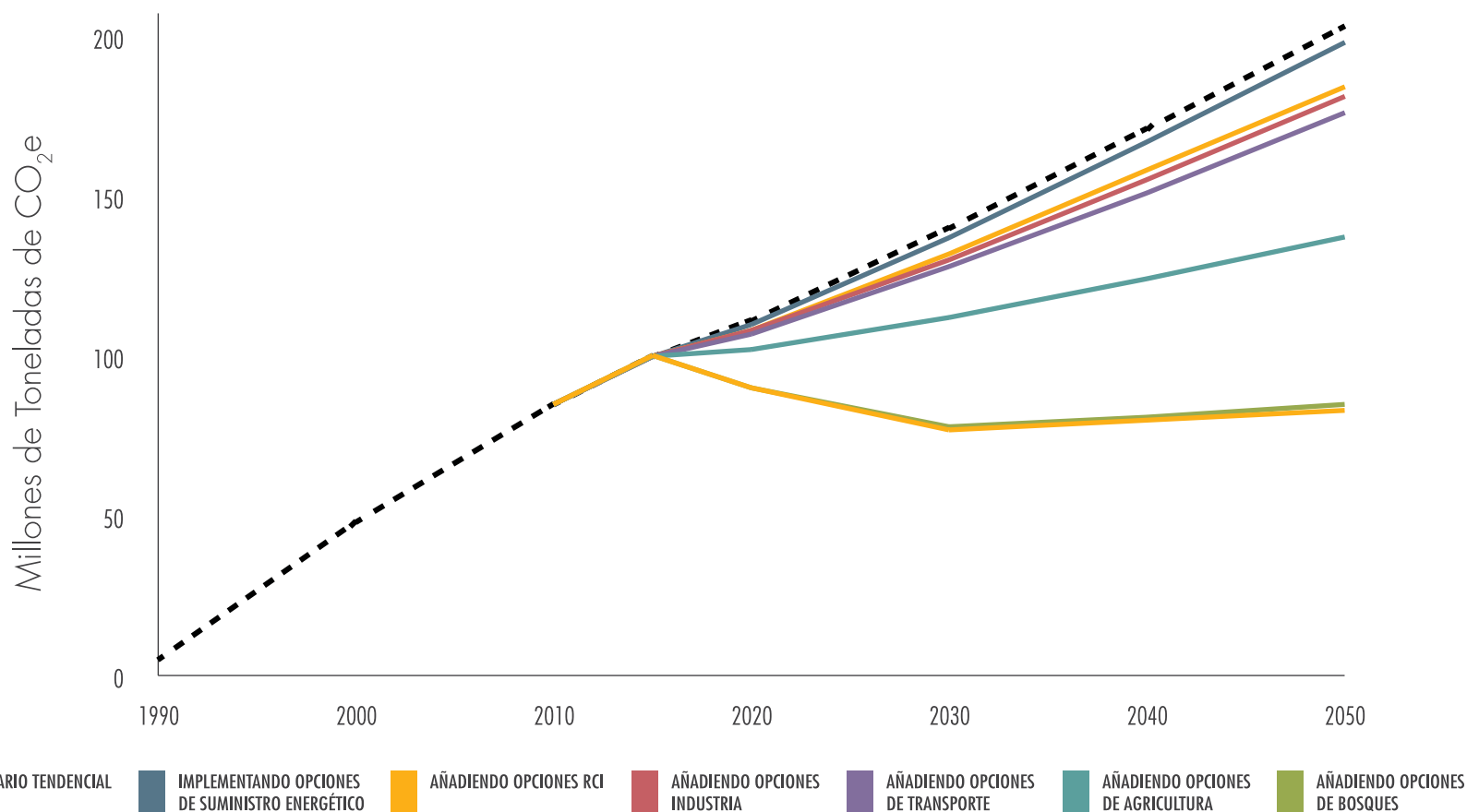
La implementación de la estrategia de desarrollo con bajas emisiones apoyará a Guatemala a alcanzar objetivos ambientales, sociales, económicos, energéticos y climáticos. Algunas opciones de mitigación, principalmente en los sectores energía, agricultura y bosques y otros usos de la tierra, generan co-beneficios para la adaptación al cambio climático, la seguridad alimentaria, la seguridad energética, la salud, la conservación de la biodiversidad, el uso eficiente de los recursos naturales y las condiciones ambientales en general; además, mejoran la calidad del aire y aportan a la conservación de suelos. La estrategia contribuirá a mediano y largo plazo a disminuir la vulnerabilidad del país, dando como resultado una sociedad más adaptada a la variabilidad climática inducida por el cambio climático.

8. Ruta a seguir

Las 43 opciones de mitigación presentadas en esta estrategia proporcionan insumos para orientar la toma de decisiones en dirección de una economía más eficiente, competitiva y preparada para enfrentar los retos del cambio climático.

El análisis detallado de cada opción de mitigación permite visualizar el impacto de la implementación de la estrategia sobre cada sector productivo del país en cuestión de emisiones de GEI. Este impacto se presenta en la Figura 28 a continuación. La proyección de emisiones de GEI al año 2050 en un escenario BAU (siguiendo el comportamiento actual) las emisiones crecerían aproximadamente en 203 millones de toneladas de CO₂e por año. Bajo la línea punteada, se presenta con diferentes colores el aporte en la reducción de emisiones por sector bajo el escenario de implementación de las 43 opciones de mitigación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones, este escenario de emisiones de GEI cambia significativamente, reduciendo las emisiones a 83 millones de toneladas de CO₂e al año 2050.

Figura 28 Impacto de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones sobre la línea base de emisiones de GEI



Estos resultados también permiten analizar de qué manera y en qué magnitud la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales del país en relación a las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada (reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 11% con fondos propios y 22% con apoyo de la cooperación). La Figura 29 presenta la proyección de emisiones de GEI al año 2050 bajo el escenario BAU (siguiendo los patrones de comportamiento actuales),

bajo la línea punteada, se presenta con diferentes colores el aporte en la reducción de emisiones bajo el escenario de implementación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones. Una reducción del 11% de acuerdo a esta proyección, implicaría reducir las emisiones del país de 140 millones de toneladas de CO₂e en el escenario BAU a 125 millones de toneladas de CO₂e en el año 2030. Para alcanzar el 22% de reducción, tendrían que bajar a 109 millones de toneladas de CO₂e en el mismo año. Con la implementación de las

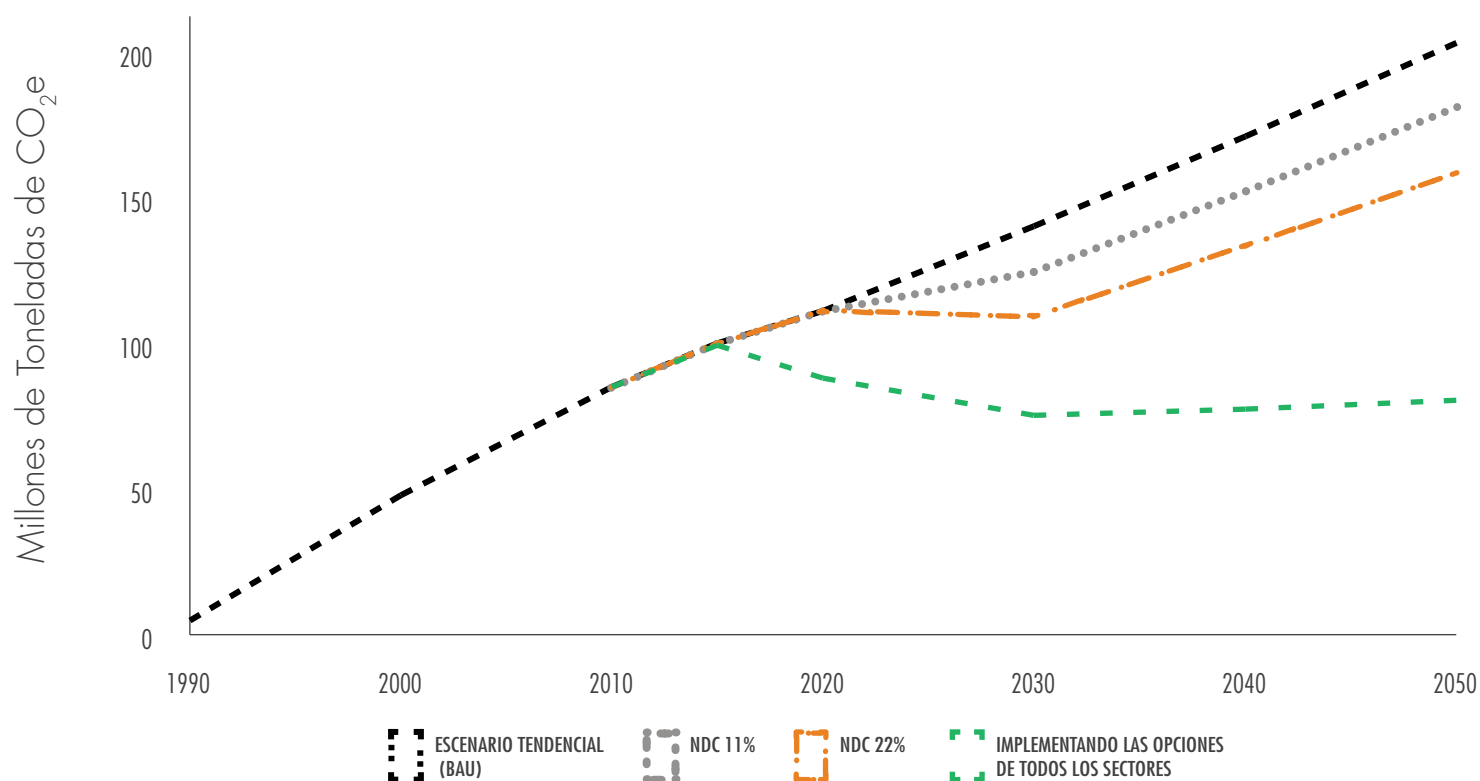
43 opciones de mitigación priorizadas en la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones, se proyecta una reducción de 75 millones de toneladas de CO₂e en el año 2030, lo que representa una reducción del 44%, duplicando las metas de las NDC establecidas por país.

Para el año 2050 una reducción del 11% de las emisiones del país implicaría bajar de 203 a 181 millones de toneladas de CO₂e. La reducción del 22% al 2050, implicaría bajar de 203 a 125 millones de toneladas de CO₂e. La implementación de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones al año 2050, implicaría una reducción del 59% de las emisiones proyectadas, bajando de 203 a 83 millones de toneladas de CO₂e.

En la introducción de este documento, se presenta el objetivo principal del desarrollo con bajas emisiones como el desacople del crecimiento económico de las emisiones de GEI. Con una línea base sólida de emisiones al año 2050, 43 opciones de mitigación priorizada por mesas sectoriales, análisis microeconómicos de las 43 opciones y una evaluación de su impacto sobre la economía, Guatemala ahora cuenta con las herramientas para encaminar al país en la ruta del desacople.

Los resultados de los análisis técnicos y económicos dentro de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones demuestran que su implementación tiene un impacto positivo sobre la economía del país, en la reducción de emisiones de GEI y en los muchos co-beneficios, sociales

Figura 29 Contribución de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones con las metas de la NDC de Guatemala y el Acuerdo de París



y ambientales que se obtendrían por medio de las 43 opciones de mitigación. La implementación de la estrategia requerirá una coordinación multisectorial, participativa y representativa, que refleje el alto nivel de colaboración dentro de las mesas de trabajo. Aunque las 43 opciones de mitigación varían mucho entre y dentro de sectores, los elementos necesarios para su implementación son similares en su mayoría: un marco facilitador, sea en temas legales o comerciales, proporcionado principalmente por el Gobierno de Guatemala con participación de los sectores correspondientes; una inversión por parte de fuentes públicas, privadas o mixta para promover la adopción de tecnología y prácticas; una participación de la sociedad civil para asegurar que los beneficios y co-beneficios de las acciones sean maximizados y distribuidos de manera equitativa; y un fortalecimiento de capacidades, investigación y formación por medio de las universidades del país.

A esta coordinación se suma la banca, cooperativas y organizaciones financieras del país, motivadas por iniciar o ampliar su cartera de financiamiento de productos verdes, impulsando mecanismos que benefician la implementación de prácticas y tecnologías de mitigación priorizadas en la estrategia.

La banca privada guatemalteca y algunas cooperativas de crédito tienen mecanismos empresariales, comunitarios e individuales orientados a la implementación de la estrategia, como el manejo forestal sostenible, los sistemas agroforestales y silvopastoriles, la energía renovable y la eficiencia energética. En la mayoría de casos, se trata de préstamos con plazos de financiamiento de 1–5 años, aunque también existen arrendamientos con opción a compra para paneles solares y maquinaria de alta eficiencia. En el sector público, existen programas de incentivos como el Programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (PINPEP) y los que estipula la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (Ley PROBOSQUE), ambos del INAB, los cuales ya representan mecanismos de implementación para las opciones de mitigación en los sectores Bosques y Otros Usos de la Tierra, y Agricultura. La Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones, es una herramien-





ta que permite expandir aún más los mecanismos de financiamiento disponibles, ya que establece una ruta priorizada, analizada y aprobada por los mismos sectores que impactará de forma positiva en el desarrollo del país.

A dos años de haber iniciado este proceso participativo y multisectorial, Guatemala cuenta con una ruta clara para impulsar un crecimiento económico con bajas emisiones – una ruta hacia un desarrollo más limpio, más incluyente, más resiliente ante los efectos del cambio climático y que apoya al país en su cumplimiento con marcos legales nacionales y compromisos internacionales. Se agradece nuevamente la participación de los participantes del sector público, sector privado, academia y sociedad civil que ayudaron a construir esta ruta y a establecer una visión conjunta para un país más competitivo, eficiente y próspero.

9. Anexos

Opciones de mitigación para la reducción de emisiones de GEI de los Sectores: Energía, Transporte, Industria, Desechos sólidos y líquidos, Agricultura y Ganadería y Bosques y otros usos de la tierra

SECTOR ENERGÍA		
Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Energía y Minas (MEM)	SE-9/E-1. Gestión de permisos y ubicaciones para incrementar el potencial de las hidroeléctricas existentes	SE-9/E-1. Incrementar el potencial de las hidroeléctricas existentes
	SE-10/E-2. Ampliar el aprovechamiento del potencial de generación solar	SE-10/E-2. Incrementar la generación solar
	SE-13/E-3. Expandir el uso del potencial de generación por geotermia y desarrollo de la energía geotérmica	SE-13/E-3. Incrementar la generación de energía geotérmica
	SE-16/E-4. Nuevas generadoras renovables para apoyar el sistema de transmisión y reducir las pérdidas en generación	SE-16/E-4. Reducción de pérdidas a través de energía renovable
	SE-21/E-5. Desarrollo de mini y micro hidroeléctricas	SE-21/E-5. Desarrollo de mini y micro hidroeléctricas
	RCI-7/E-6. Guías de Conservación Energética en Edificaciones Existentes	RCI-7/E-6. Eficiencia Energética en Edificaciones Existentes
	RCI-3/E-7. Estándares de Etiquetado en Productos de Bajo Consumo Energético	RCI-3/E-7. Estándares de Etiquetado para electrodomésticos
	RCI-10/E-8. Auditorías Energéticas	RCI-10/E-8. Auditorías Energéticas
	RCI-15/E-9. Uso de estufas de bajo consumo de leña	RCI-15/E-9. Estufas de bajo consumo de leña
	U-3. Cambio a tecnología LED del sistema de alumbrado público en el marco de una visión de Smart City del AMCG	U-3. Cambio a tecnología LED del sistema de alumbrado público
U-4. Incorporar parámetros de eficiencia energética en el Código Nacional de Construcción	U-4. Eficiencia energética en nuevas construcciones	



SECTOR TRANSPORTE		
Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI)	T-1. Expandir la infraestructura de transporte público del AMCG mediante la construcción del tren de cercanía MetroRiel	T-1. MetroRiel
	T-2. Mejorar el equipamiento de transporte público extraurbano.	T-2. Transporte público extraurbano.
	T-3. Incrementar el nivel de servicio del transporte público urbano BRT del municipio de Guatemala	T-3. Transporte público urbano
	T-4. Mejoramiento de la infraestructura vial del país en los libramientos de Chimaltenango y Barberena.	T-4. Libramientos de Chimaltenango y Barberena.
	T-5. Renovación del parque vehicular privado automóvil hacia alternativas más eficientes	T-5. Vehículos eléctricos
	T-6. Promover el uso del Etanol en la gasolina en Guatemala	T-6. Uso del Etanol en la gasolina
	U-1. Plantear un modelo de Estructura Urbana Territorial con bajas emisiones en la Política Nacional de Desarrollo Urbano	U-1. Política Nacional de Desarrollo Urbano
	U-2. Plan de movilidad metropolitana sostenible de la ciudad de Guatemala	U-2. Movilidad metropolitana sostenible

SECTOR INDUSTRIA

Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Economía (MINECO)	I-1. Eficiencia energética en hornos	I-1. Hornos eficientes
	I-2. Programas de eficiencia energética para el sector industrial	I-2. Calderas, quemadores y otros equipos eficientes
	I-3. Incentivos a energía renovable para el sector industrial	I-3. Uso de energía renovable para autoconsumo
	I-4. Mejora de eficiencia energética eléctrica en el sector industrial	I-4. Mejora de eficiencia energética eléctrica
	I-5. Mitigación de emisiones en el sector industrial a través de incremento de reciclaje y o sustitución de materiales	I-5. Incremento de reciclaje y o sustitución de materiales
	I-6. Mejora de recuperación de calor en el sector industrial	I-6. Mejora de recuperación de calor





SECTOR BOSQUES Y OTROS USOS DE LA TIERRA

Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Economía (MINECO)	FOLU-1. Establecimiento, manejo sostenible y eficiente de plantaciones forestales	FOLU-1. plantaciones forestales
	FOLU-2. Fomentar Conservación y Manejo Sostenible de Bosques Naturales	FOLU-2. Conservación y Manejo de Bosques
	FOLU-3. Reforestación de zonas degradadas con especies nativas	FOLU-3. Restauración de áreas Degradadas
	FOLU-4. Fortalecer capacidad de respuesta institucional en prevención y control de los incendios forestales	FOLU-4. Control y prevención de incendios
	U-5. Sistema de Áreas Verdes Metropolitano	U-5. Plantaciones forestales urbanas
	I-6. Mejora de recuperación de calor en el sector industrial	I-6. Mejora de recuperación de calor

SECTOR AGRICULTURA Y GANADERÍA

Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	AG-1. Manejo Sostenible de Suelos	AG-1. Conservación de Suelos
	AG-2. Establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales	AG-2. Sistemas agroforestales
	AG-3. Establecimiento de plantaciones con potencial frutícola, principalmente a través de especies que tengan un alto potencial para incrementar el stock de carbono.	AG-3. Plantaciones frutícolas leñosas
	AG-4. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados	AG-4. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados
	GAN-1. Promover el establecimiento de pasturas mejoradas y su manejo bajo pastoreo racional	GAN-1. Pasturas mejoradas y pastoreo racional
	GAN-2. Promover el establecimiento de sistemas silvopastoriles	GAN-2. Sistemas silvopastoriles
	GAN-3. Fomentar la gestión integral del estiércol en sistemas intensivos de producción animal	GAN-3. Gestión integral del estiércol





SECTOR DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Ministerio Líder	Opciones Priorizadas	Nombre Mediado
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	D-1. Establecimiento y ampliación de servicios de recolección y eficiencia de rutas de transporte de desechos sólidos	D-1. Ampliación de servicios de recolección de desechos sólidos
	D-2. Reutilización y reciclaje de residuos sólidos inorgánicos	D-2. Reutilización y reciclaje de residuos
	D-3. Compostaje	D-3. Compostaje
	D-4. Programas de energía de metano en vertederos	D-4. Aprovechamiento de metano en vertederos
	DL-1. Medidas para los sectores industrial, comercial y residencial	DL-1. Ahorro de agua potable
	DL-2. Tecnologías para el tratamiento de aguas	DL-2. Tratamiento de aguas residuales

