Reporte Final

Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila

Fase 2

Presentado a :

Secretaría de Medio Ambiente (SEMA), Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), y el Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED), financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) representada por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)

Elaborado por:

Centro de Estrategias Climáticas (CCS)

Febrero 2016

Tabla de Contenido

Reconocimientos ii
Miembros del Panel de Expertos de Coahuila iii
Miembros del Grupo Asesor del Clima……..iv
Siglas y abreviaciones v
Resumen Ejecutivo RE-1
Capítulo 1 – Antecedentes 1-1
Capítulo 2 – Inventario y proyecciones para las emisiones de GEI de Coahuila ……2-1
Capítulo 3- Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila (PECC)- Fase 2 …….....3-1
Capítulo 4 – Sector suministro de energía 4-1
Capítulo 5 – Sectores residencial, comercial, institucional e industrial 5-1
Capítulo 6 – Sector transporte y uso de suelo 6-1
Capítulo 7 – Sector agricultura, silvicultura y otros usos de suelo ……..7-1
Capítulo 8 – Sector manejo de residuos 8-1

Apéndices
A. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y Proyecciones de casos de referencia A-1
B. Metodología para el análisis microeconómico B-1
C. Recomendaciones para las políticas de suministro de energía C-1
D. Recomendaciones para las políticas de transporte y uso de suelo D-1
E. Recomendaciones para las políticas de residencial, comercial, e industrial E-1
F. Recomendaciones para las políticas de agricultura, silvicultura y otros usos de suelo F-1
G. Recomendaciones para las políticas de manejo de residuos G-1

Reconocimientos

El proceso de la Fase 2 del Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila (PECC) fue guiado en colaboración con los socios en Coahuila. Dichos socios incluyeron representantes de la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA), la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), el Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED), financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) representada por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), y el Centro de Estrategias Climáticas (CCS). Los socios en Coahuila agradecen profundamente a los siguientes individuos y organizaciones que contribuyeron significativamente a la finalización exitosa del desarrollo del proceso de la Fase 2 del PECC Coahuila y a la publicación de este informe.

Agradecemos a los miembros del Panel de Expertos liderado por el doctor Alejandro Dávila, quienes proveyeron su valiosa experiencia técnica y tiempo para este esfuerzo. Los miembros del Panel de Expertos se enlistan en las próximas páginas. Los socios en Coahuila reconocen a los participantes en la primera y segunda reuniones del Grupo Asesor convocadas por SEMA, que se llevaron a cabo en Saltillo en Julio y Diciembre 2015, así como a los participantes en los Grupos Técnicos de Trabajo.

Los socios de Coahuila también quieren agradecer a Alejandra Villalobos de SEMA por ser el vínculo entre la SEMA y el proceso del PECC Coahuila.

Los socios de Coahuila agradecen a Thomas D. Peterson y el CCS, con su dedicado equipo de profesionales, quienes contribuyeron grandes cantidades de tiempo, energía y experiencia en proveer análisis técnico, gestión del proyecto y servicios de facilitación para el proceso del PECC Coahuila. Agradecimientos especiales para Tom Looby, Gerente del Proyecto en México por el CCS, y a Arianna Ugliano, Analista de Políticas del CCS, por su trabajo a lo largo del proceso; a Stephen Roe, por su liderazgo del análisis técnico del proceso; a Cecilia Sutter, por el soporte administrativo del proyecto. Así mismo, los socios en Coahuila desean reconocer las invaluables contribuciones de los siguientes miembros del equipo técnico del CCS: Holly Lindquist, Juan Maldonado, Jackson Schreiber, Hal Nelson and Charles Varadin. Finalmente, los socios en Coahuila desean agradecer a los donantes y asociados, y a su personal clave, quienes apoyaron el servicio del CCS a los socios en Coahuila, incluyendo, pero no limitándose a:

- Mario Vázquez, Tomas Balarezo, y Jairo López de la COCEF, y
- Ricardo Troncoso y Cynthia Menéndez del Programa MLED, y Mark Oven de Tetra Tech, el Gerente del Programa MLED.

Miembros del Panel de Expertos de Coahuila

Dr. Alejandro Dávila, Universidad Autónoma de Coahuila,

Coordinador Local, y sector Transporte y uso de suelo

Dra. Miriam Valdés Ibarra, Universidad Autónoma de Coahuila

Sectores Suministro de energía, y Residencial, comercial, institucional e industrial

Dr. Antonio Escamilla Díaz, Universidad Autónoma de Coahuila

Sectores Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo, y Manejo de residuos

Miembros del Grupo Asesor del Clima

- Ing. Jorge Candelas Ramirez, Ecología Municipal
- M. Samuel Colunga Urbina, COMIMSA
- Dr. Jose Lauro Cortés Hernandez, COECYT
- Juan Manuel Fraustro Leyva, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.
- Agustín González Grantt, Red de Energía Laguna Stratinovac
- Lorenzo Gonzales Merla, AHMSA
- Raul Xavier Gonzalez Valdes, PROFEPA
- Lic. Emilio Darwich Garza, PROPAEC
- Ing. Carlos Galván Tello, CONAFOR
- Ing. Héctor David Guadalupe Ordaz Sabag, Met-Mex Peñoles
- Avelino Hernández Corichi, COECYT
- Ileana Hernández Javalera, U.A.A.A.N
- Sergio Carlos Marines Gómez, Profauna
- Juana María Mendoza Hernández, U.A.A.A.N
- Ing. Jose A. Montoya, Grupo Lala
- Norma Yolanda Mota Palomino, UADEC
- M.C Andrés Nájera Díaz, U.A.A.A.N
- Ricardo René Ojinaga Rascón, SEGU
- Dra. Amorita Ivonne Salas-Westphal, Universidad De Juárez
- José Refugio Sandoval Rodríguez, Congreso del Estado
- Ing. Carlos Alberto Sifuentes Lugo, CONANP
- Raúl Fernando Tamez Robledo, SEMARNAT
- M.C. Luis Mario Torres Espinoza, INIFAP
- Francisco Valdés Perezgasga, Tecnológico de la Laguna
- Dr. Jesús Valdés Reyna, U.A.A.A.N

Siglas y abreviaciones

$/kWh	pesos por kilowatt-hora
$/MM	millones de pesos
$/MWh	pesos por megawatt-hora
$/t	pesos por tonelada métrica
$/t$CO_2$e	pesos por tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente
%	por ciento
AC	año calendario
AF	año fiscal
AFOLU	Agriculture, Forestry, and Other Land Use/ Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo
AIE	Administración de Información de Energía [US DOE]
año	año
APA	Agencia de Protección Ambiental [Estados Unidos]
AR	agua residual
AT	asuntos transversales
ATR	autobuses de tránsito rápido
BC	Baja California
CBS	cargo de beneficio de sistemas
CCC	Consejo sobre el Cambio Climático
CCGN	ciclo combinado de gas natural
CCR	coeficiente de compra regional
CCS	Center for Climate Strategies/ Centro de Estrategias Climáticas
CEC	calor y electricidad combinados
CH_4	metano
CO	Coahuila
CO_2	dióxido de carbono
CO_2e	dióxido de carbono equivalente
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
COV	compuesto orgánico volátil
CVAC	calefacción, ventilación y aire acondicionado
DOE	[Estados Unidos] Departamento de Energía
DOP	Documento de Opción de Política
DOT	[Estados Unidos] Departamento de Transporte
DOT	desarrollo orientado al tránsito
EAC	estándar ambiental de cartera
ECR	estándar de combustible renovable
EPR	estándar de portafolio renovable
ES	Energy Supply / Suministro de energía
E-S	entradas-salidas
ESC	Escenario Sin Cambio
FOLU	Forestry and Other Land Uses/ Silvicultura y otros usos de suelo
FRC	factor de recuperación de capital

ft	foot/ pie
FV	fotovoltaico
GA	Grupo Asesor
gal	galón
GAL	gas a líquido
GD	generación distribuida
GD	gestión de la demanda
GDT	gestión de la demanda de transporte
GEI	gases de efecto invernadero
GJ	gigajoule
GLP	gas de petróleo licuado
GN	gas natural
GNC	gas natural comprimido
GNL	gas natural licuado
GREET	Greenhouse Gases, Regulated Emissions and Energy Use in Transportation [modelo]/ Gases de invernadero, emisiones reguladas y uso de la energía en transporte
GRS	gas de relleno sanitario
GRSE	gas de relleno sanitario a energía
GST	gestión del sistema de transporte
GTT	Grupo Técnico de Trabajo
GWh	gigawatt-hora [un millón de kilowatt-horas]
HFC	hidrofluorocarbono
HRV	horas recorridas por vehículo
I&D	investigación y desarrollo
I&P	inventario y pronóstico
IECC	International Energy Conservation Code/ Código Internacional de Conservación de la Energía
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IP	industria personalizada
kg	kilogramo
km	kilómetro
km/L	kilómetro/ litro
KRV	kilómetros recorridos por vehículo
kV	kilovolt
kW	kilowatt
kWh	kilowatt-hora
LandGEM	Landfill Gas Emissions Model [US EPA]/ Modelo de emisiones de gases de relleno sanitario
LARCI	Latin American Regional Climate Initiative/ Iniciativa Latinoamericana Regional del Clima
lb	libra
LCOE	costo nivelado de energía o electricidad
LED	light-emitting diode/ diodo de emisión de luz
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design [Green Building Rating System™] Liderazgo en diseño energético y ambiental

LFGcost	Landfill Gas Cost model [US EPA]/ Modelo de costos de gas de relleno sanitario
m^2	metros cuadrados
ME	macroeconómico
MJ	megajoule
MLED	Mexico Low Emissions Development/ Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México
MM	millones
MMutb	millones de unidades térmicas británicas
MP	materia particular
MP10	materia particular menos de 10 micrones
mpg	millas por galón
MRV	millas recorridas por vehículo
MW	megawatt [mil kilowatts]
MWh	megawatt-hora [mil kilowatt-horas]
N	nitrógeno
N/A	no aplica
N_2O	óxido nitroso
NF_3	trifluoruro de nitrógeno
NOx	óxidos de nitrógeno
O&M	operación y mantenimiento
OE	orden ejecutiva
ONG	organización no gubernamental
PACE	Property Assessment for Clean Energy/ Evaluación de propiedad para energía limpia
PBF	Public Benefit Fund/ Fondo de beneficio público
pc	pies cúbicos
PCG	potencial de calentamiento global
PE	Panel de Expertos
PECC	Plan Estatal Contra el Cambio Climático
PEI	productor de electricidad
PFC	perfluororocarbono
PIB	product interno bruto
PICC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
pie^2	pie/ pies cuadrados
PM	programación matemática
PRI	planeación de recursos integrada
RCII	Residential, Commercial, Institutional and Industrial/ Residencial, Comercial, Institucional e Industrial
RCPC	rendimiento de combustible promedio corporativo
RE	residuo a energía
RSM	residuo sólido municipal
SAO	sustancia de agotamiento de ozono
SC	suministro de combustible
SE	Suministro de energía
SEMA	Secretaría de Medio Ambiente
SF_6	hexafluoruro de azufre

SO_2	dióxido de azufre
SOx	óxidos de azufre
STI	sistema de transporte inteligente
t	tonelada métrica
T&D	transmisión y distribución
TA	tarifa de alimentación
tC	toneladas de carbono
TCGN	turbina de combustión de gas natural
tCO_2	toneladas de dióxido de carbono
tCO_2e	toneladas de dióxido de carbono equivalente
tCO_2e/MWh	toneladas de dióxido de carbono equivalente por megawatt hora
Tg	teragramo [un millón de toneladas métricas]
$TgCO_2e$	teragramo de dióxido de carbono equivalente
TLU	Transportation and Land Use / Transporte y uso de suelo
tonelada	1,000 kilogramos
TOU	tablas de oferta y uso
UE	Unión Europea
USAID	United States Agency for International Development/ Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional
USEPA	United States Environmental Protection Agency/ Agencia de los Estados Unidos de protección ambiental
Utb	unidad térmica británica
VAO	vehículo de alta ocupación
VHE	vehículo híbrido enchufable
VOI	vehículo de ocupación individual
VPN	valor presente neto
VTL	vehículo de trabajo ligero
VTP	vehículo de trabajo pesado
WIOD	World Input-Output Database/ Base de datos mundial de entradas-salidas
WM	Waste Management/ Manejo de residuos
WWF	World Wildlife Fund/ Fondo mundial para la naturaleza

Resumen Ejecutivo

Antecedentes

En junio de 2010, con financiamiento de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), el Centro Estrategias para el Clima (CCS) completó el Inventario y Pronóstico de Gases de Efecto Invernadero (I&P) en el Estado de Coahuila y algunos otros estados del norte de México. Los hallazgos de este reporte se resumen en el Capítulo 2.

En 2011 la COCEF y el CCS trabajaron de cerca con la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) para llevar cabo la Fase 1 del Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila. El resultado de la Fase 1 de este proceso fue el desarrollo de un conjunto de catálogos de 337 potenciales políticas de acción y una lista de 56 políticas prioritarias derivadas de los catálogos para su posterior análisis en la Fase 2. El proceso de la Fase 1 se resume en el Capítulo 1.

Las políticas desarrolladas durante la Fase 1 del proceso en 2011 fueron revisadas y consideradas en la etapa temprana de la Fase 2 que comenzó a principios de 2015. De las 56 políticas identificadas al final de la Fase 1, la SEMA y un Panel de expertos Local (PE) seleccionaron 17 políticas para concentrarse en el proceso de la Fase 2 en Coahuila.

Para el proceso dela Fase 2, las siguientes entidades se reunieron en un esfuerzo colaborativo:

- La Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) es la dependencia gubernamental estatal para quien el PECC ha sido preparado;
- La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) es una organización patrocinadora que proveyó financiamiento considerable para el proyecto;
- El Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) es una segunda organización patrocinadora que también proveyó financiamiento significativo para este esfuerzo;
- El Centro de Estrategias Climáticas (CCS) es una organización sin fines de lucro que fue contratada por la COCEF y el MLED para proveer servicios técnicos, de facilitación y gestión de proyectos durante el desarrollo del PECC Coahuila.

  Los objetivos para la fase 2 del PECC Coahuila se establecieron en el ámbito de trabajo para CCS y el Programa MLED al comienzo del proceso y se resumen en el Capítulo 3. El objetivo primordial era mejorar la capacidad del estado en la planeación y análisis climático a través de un enfoque de aprendizaje práctico dirigido por CCS. Otro objetivo clave era desarrollar un PECC para Coahuila que pueda ser utilizado para comenzar los esfuerzos de mitigación dirigiéndose a las diecisiete políticas climáticas seleccionadas para el análisis inicial detallado. Este objetivo secundario reconoce que más adelante seguramente se requerirán medidas adicionales o versiones fortalecidas de las medidas iniciales para lograr las reducciones globales, nacionales, y estatales de GEI necesarias para la consecución de los niveles de reducción contemplados en el reciente acuerdo de París.

El acercamiento multifacético para el desarrollo del PECC sigue el método paso a paso del CCS que se muestra abajo en la Figura RE-1. Este proceso y las herramientas analíticas que soportan su implementación se describen más a detalle en el Capítulo 1.

Figura RE-1. Enfoque de Planeación de Acciones Paso a Paso

Inventario y pronóstico de emisiones de GEI de Coahuila

El inventario y el pronóstico en el escenario sin cambio (ESC "línea base") de las emisiones de gases de efecto invernadero se construyó a partir del Inventario y Pronóstico 2010 preparado por el CCS.[1] Como se resume en la figura RE-2, a continuación, la línea base es de toda la economía e incluye datos anuales de emisiones para todos los sectores. Las emisiones "netas" indican que estas estimaciones incluyen tanto las fuentes como los sumideros de gases de efecto invernadero (por ejemplo, el secuestro de carbono en el sector forestal).

A lo largo de la Fase 1 del proyecto, los pasos 1 al 4 fueron completados, éstos incluyeron una línea base de GEI y un conjunto de políticas prioritarias para su inclusión en el PECC Coahuila. Los trabajos de la fase 2 se iniciaron en el paso 5 e incluyeron hasta el paso 9 para desarrollar este reporte final del PECC.[2] Los trabajos para el paso 10 están ahora en curso, mismos que involucrarán el desarrollo de planes de implementación detallados para un subgrupo de políticas de alta prioridad seleccionadas por la SEMA de las diecisiete políticas analizadas en la Fase 2.

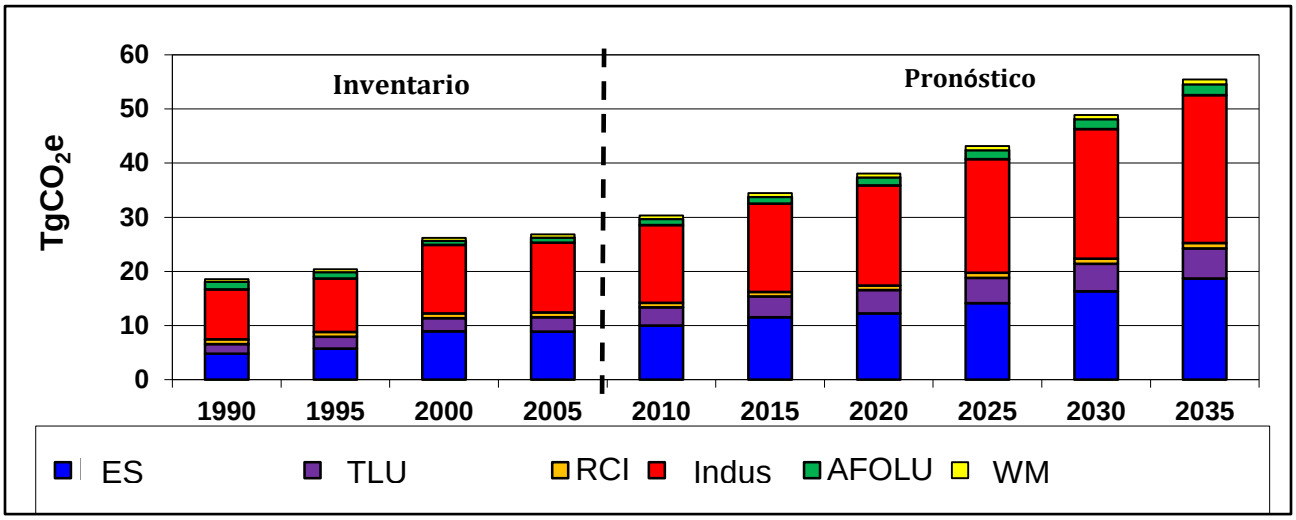
La SEMA, la COCEF y el MLED acordaron en etapas tempranas del proceso que la SEMA sería la entidad anfitriona para el Panel de Expertos (PE), quienes están asociados con la Universidad

[1] *Emisiones de gases de efecto invernadero en Coahuila y Proyecciones de Casos de Referencia 1990 - 2025*, el Centro de Estrategias Climáticas, junio de 2010. Como se discute con más detalle en una nota técnica adjunta en el Apéndice A, la línea base 2010 del CCS se extendió a 2035. Por lo tanto, el lector debe esperar algunas diferencias en los valores de referencia que aparecen en el cuerpo de este informe, en comparación con los valores que se muestran en el informe de 2010 proporcionado en el Apéndice A.
[2] Nótese que el análisis macroeconómico de las políticas de mitigación de GEI no se incluyó en este PECC.

Autónoma de Coahuila, en Saltillo. El Panel de Expertos es la entidad designada para recibir el entrenamiento por parte de CCS en cuanto al diseño y análisis de políticas. El proceso de adquisición de capacidades fue diseñado desde el principio para ser un esfuerzo de "aprender haciendo" en el cual el CCS entrenara al PE en las varias funciones técnicas de análisis y después compartieran el trabajo de llevar a cabo el análisis técnico de las recomendaciones de políticas seleccionadas. El Capítulo 3 incluye una lista de los miembros del PE y sus sectores de especialidad. Asimismo incluye un resumen de las sesiones de capacitación dadas al PE y los socios del proyecto.

Después de terminado el Reporte Final de la Fase 2, el CCS se reunirá con la SEMA y los socios en el paso 10 del proceso de planificación para llevar a cabo una evaluación detallada de tres a cinco de las políticas seleccionadas para trazar un plan de implementación más pormenorizado para estas políticas utilizando el PECC como base.

Figura RE-2. Emisiones de GEI netas por sector de Coahuila



Todos los sectores de la economía de Coahuila fueron tratados desde la línea base (véanse los materiales provistos en el Capítulo 2 y el Apéndice A para más detalles). Éstos siguen la categorización normal de los reportes nacionales:

- Sector Energía (ES): para Coahuila, éste se refiere principalmente al subsector de Producción de Electricidad;
- Residencial, Comercial e Institucional (RCI): esto cubre las emisiones por combustibles fósiles en edificios;
- Industria (I): este sector incluye emisiones por combustión de combustibles fósiles para los procesos industriales y edificios, así como emisiones no provenientes de combustión que ocurren en los procesos industriales;
- Transporte: lo más importante son los vehículos de calle, pero también se incluyen los vehículos de aire, marinos y ferroviarios;

- Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU): el subsector agropecuario cubre las emisiones por combustión y no combustión asociadas a la producción de cultivos y el manejo de ganado, el subsector de agricultura y otros usos de suelo cubre principalmente el secuestro de carbono;
- Manejo de Residuos (WM): éste incluye los subsectores de manejo de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Las estimaciones de la línea base se presentan en emisiones de unidades de teragramos (Tg) de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) (1 Tg es igual a un millón de toneladas métricas). Estas estimaciones incluyen todas las emisiones dentro de cada sector y las pone en unidades comunes basadas en su potencial de calentamiento global (PCG). Para este estudio se utilizaron PCGs del Reporte de la Segunda Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC). Como se nota abajo las emisiones para todos los GEI requeridos para reportar para el PICC fueron incluidas, sin embargo no se identificaron las fuentes de todos los GEI:

- Dióxido de carbono (CO_2);
- Metano (CH_4);
- Óxido nitroso (N_2O);
- Hidrofluorocarbonos (HFC);
- Hexafluoruro de azufre (SF_6);
- Perfluorocarbonos (PFC);
- Trifluoruro de nitrógeno (NF_3).

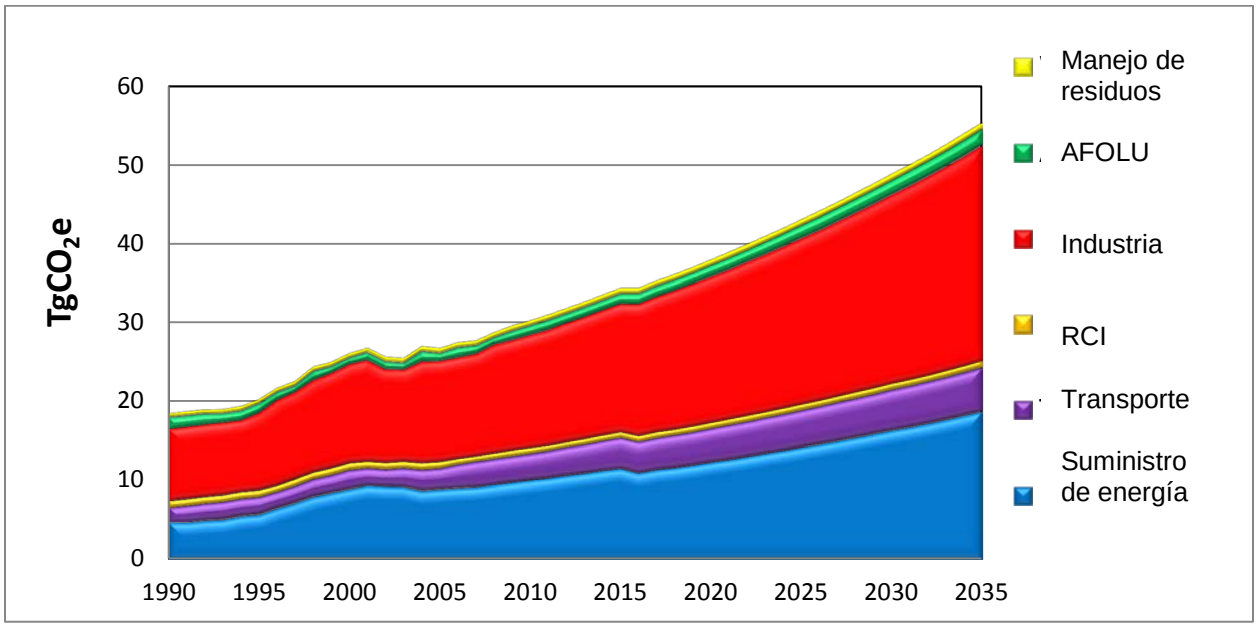
Como se muestra en la Figura RE-2, así como en la Figura RE-3 de abajo, se espera que las emisiones se dupliquen del año 2005 (27 $TgCO_2e$) al final del periodo de planeación en 2030 (55 $TgCO_2e$). Las emisiones se muestran en una base "neta", lo que significa que los sumideros de carbono se han restado de las emisiones totales (estos sumideros de carbono ocurren en los sectores AFOLU y WM). Como se indica en los resultados mostrados en la Figura RE-3, el Sector de Energía y el de Industria son los que se espera que contribuyan más al aumento de emisiones en Coahuila durante el periodo pronosticado.[3]

Las Figuras RE-4 y RE-5 muestran las emisiones de GEI normalizadas a la población y al resultado económico ("intensidades de carbono"). En una base per cápita, las emisiones en Coahuila son superiores a los niveles nacionales debido a la relativamente baja población y la presencia de industria pesada. Se espera que esta diferencia crezca a través del tiempo basada en el crecimiento de la población y la economía, la estructura de la industria, y el sistema de electricidad con gran parte de la generación basada en carbón. Las intensidades netas incluyen sumideros de carbono, mientras que las intensidades brutas los excluyen.

[3] Nota: el Gobierno Federal ha indicado recientemente que está estudiando el potencial desmantelamiento de una de las plantas eléctricas de carbón en el estado. Si esto ocurriera, habría un impacto significativo en la línea base de Coahuila, ya que cualquier nueva generación para compensar esta pérdida en capacidad probablemente provendría de fuentes más limpias.

Basados en el resultado económico, debido a la presencia de industria pesada y a la intensidad de carbono del sistema de electricidad en Coahuila, la intensidad de carbono para el estado es mayor que la nacional. Con el tiempo, se espera que la intensidad de carbono para México se reduzca ligeramente, mientras que se espera que la de Coahuila continúe incrementándose debido al crecimiento industrial y la intensidad de carbono del suministro de electricidad.

Figura RE-3. Línea base de las emisiones netas de GEI por sector de Coahuila



Nota: dentro del Suministro de energía, las emisiones de suministro de electricidad se muestran basadas en el consumo (excluyendo emisiones de las exportaciones netas de electricidad).

Un desglose más detallado de las emisiones de Coahuila en 2005, así como la línea base general de GEI puede encontrarse en el Capítulo 2 y el Apéndice A.

Figura RE-4. Intensidades per cápita, Coahuila y nacionales

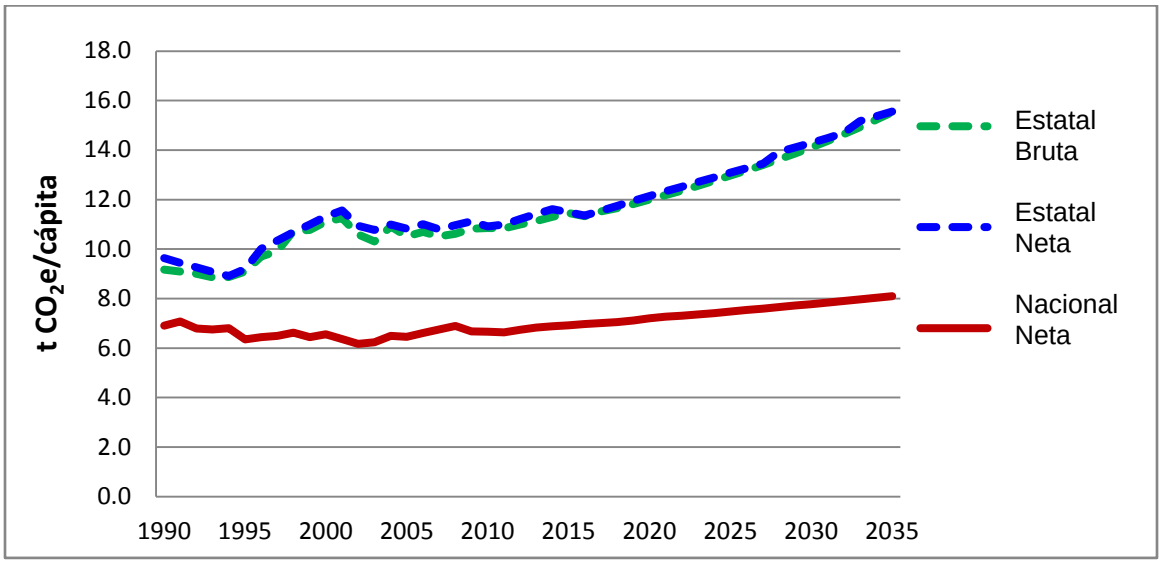
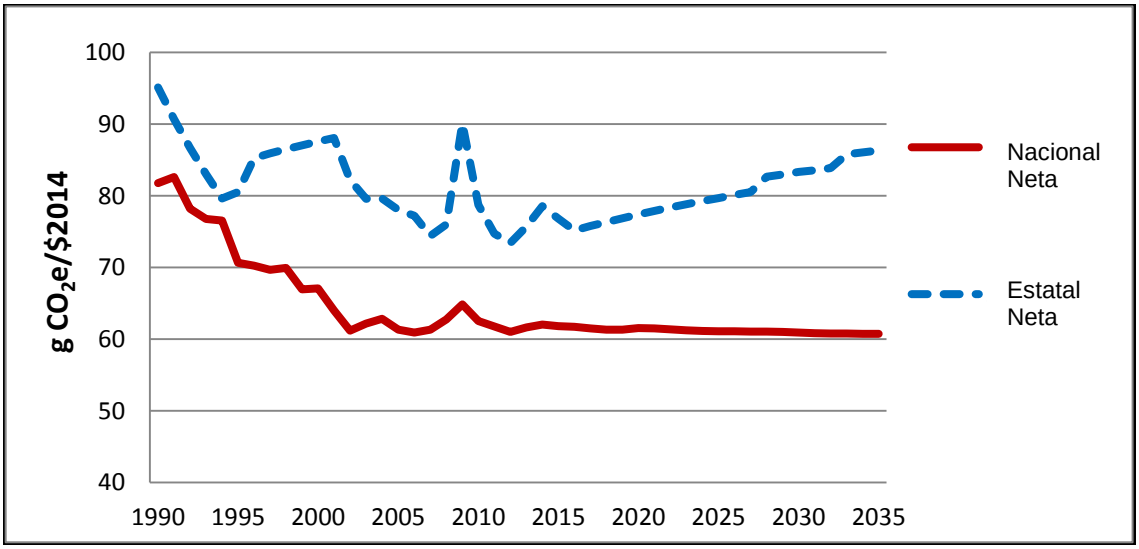


Figura RE-5. Intensidades de carbono, Coahuila y nacionales, por unidad de resultado económico



Selección y diseño de las políticas del PECC

Para comenzar el trabajo de la Fase 2 del PECC se desarrollaron diseños de política para cada una de las políticas prioritarias seleccionadas durante la Fase 1. El trabajo se realizó en tres equipos basados en sectores:

1. Suministro de Energía (ES) y Residencial, Comercial, Institucional e Industrial (RCII): a pesar de que la línea base desagrega la industria como un sector separado, se incluyó en un sector RCII más amplio durante el diseño y análisis de políticas;
2. Transporte y Uso de Suelo (TLU): cubre las fuentes de GEI del transporte así como los asuntos del suelo urbano relacionados a los sistemas de movilidad urbanos;
3. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU) y Manejo de Residuos (WM): mientras que la agricultura es un sector separado en la línea base, los trabajos durante la Fase 2 del PECC la combinaron con los sectores de silvicultura y otros usos de suelo. Las políticas de WM también fueron desarrolladas y analizadas dentro de este equipo técnico.

Un diseño de política incluye: una breve descripción de la política y sus impactos de GEI previstos, una cadena de causalidad mostrando los efectos primarios de la política y sus impactos asociados de GEI, metas numéricas para la política, calendarización para conseguir las metas, y los actores involucrados en la implementación de la política. Breves descripciones de las políticas del PECC Coahuila se muestran a continuación:

- **ES-1. Producción de electricidad mediante tecnologías de aprovechamiento de energía renovable (Paneles fotovoltaicos, generadores eólicos), en Estaciones Centrales de Suministro de Energía. -** El propósito de esta política es aprovechar los recursos renovables de Coahuila para contribuir al objetivo nacional de reducción de GEI

(Objetivo 3)[4] mediante la estrategia de diversificación de la matriz de producción energética del país (Estrategia 3.2.1)[5]. Esto incluye la reducción de la dependencia de combustibles fósiles con alto contenido de carbono en la generación de electricidad, mediante el impulso a instalación de plantas generadoras de electricidad que empleen fuentes de energías renovables, específicamente viento y sol, contribuyendo de esta forma a reducir las emisiones de GEI por Mega Watt (MW) generado. Esta estrategia es consistente con la dotación de recursos del estado, pues Coahuila recibe un alto grado de radiación solar (de 2.9 a 6.7 kWh/m^2) con alto potencial de conversión de energía. El Estado puede apoyar la diversificación de las opciones de suministro de electricidad a través de la facilitación de emplazamiento y construcción de nuevas instalaciones y operaciones de generación de electricidad con energía primaria renovable.

- **ES-2. Generación de electricidad in-situ con paneles fotovoltaicos en inmuebles residenciales. -** Hacia el año 2020, el sector residencial será el octavo emisor de GEI y el segundo de carbono negro (PECC, 2014). Estas emisiones se asocian al consumo de energía eléctrica de los hogares. Los costos de generación en pequeña escala con paneles fotovoltaicos, son inferiores a las tarifas domésticas, una vez que se incorpora el subsidio gubernamental a las mismas (ej. Programa PROSOLAR en México).[6] De igual forma, el territorio de Coahuila recibe altos niveles de radiación solar. Por lo anterior, la instrumentación de incentivos económicos y financieros impulsarán la autogeneración de energía eléctrica solar fotovoltaica en el sector residencial. La implementación de esta política contribuye a la reducción de emisiones de GEI relacionadas con el consumo de electricidad producida a partir de combustibles fósiles. De igual forma, apoya la estrategia nacional de generación distribuida de energía en el sector doméstico, comercial e industrial (Estrategia 3.4.3).
- **ES-3. Generación de electricidad in-situ con paneles fotovoltaicos en edificios públicos. -** La energía eléctrica empleada en los edificios públicos proviene en gran medida de fuentes de energía fósiles con alto potencial de calentamiento global. Por esto, el objetivo de esta política es incrementar la eficiencia energética en el sector institucional, al tomar ventaja de la alta incidencia de radiación solar de la entidad, impulsando la instalación de paneles fotovoltaicos en los edificios públicos de Coahuila para satisfacer sus requerimientos de energía eléctricos. Con esta medida, además de reducir los costos operativos del sector público se mitiga la emisión de GEI empleando fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

[4] Objetivo 3: Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República)

[5] Estrategia 3.2.1: Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República).

[6] La electricidad generada a partir de energía solar fotovoltaica cuesta menos que la tarifa MX (tarifa eléctrica) para los consumidores más importantes. Para los clientes residenciales que utilizan más de 75 kWh por ciclo bimestral de facturación, la tarifa eléctrica es de $2.86 kWh (US $430/MWh), lo que es mucho más caro que los estimados de costos nivelados de generación de energía solar fotovoltaica utilizados en el análisis de ES. Para más información sobre las tarifas domésticas acceda a la página web de CFE (http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp) o lea Programa Prosolar.

- **ES-4. Generación de electricidad *in-situ* en inmuebles comerciales e industriales mediante paneles fotovoltaicos.-** El sector comercial e industrial ha contribuido de forma creciente al incremento de emisiones de GEI que alteran el equilibrio energético del sistema climático. Por esto, es pertinente transitar hacia un modelo energético que considere el autoconsumo de electricidad en inmuebles comerciales e industriales mediante el aprovechamiento de la energía solar. El autoconsumo de energía eléctrica producida con tecnologías fotovoltaicas coadyuvará al ahorro de costos operativos en las edificaciones comerciales e industriales, además de contribuir a la mitigación de emisiones de GEI, tanto al disminuir la dependencia de combustibles no renovables, como al evitar pérdidas de energía durante el transporte y distribución de la energía eléctrica requerida en las edificaciones comerciales e industriales de Coahuila.
- **ES-5. Fomento de cogeneración eficiente de energía eléctrica en la industria.-** - Los sistemas de Cogeneración de energía eléctrica alcanzan una eficiencia muy superior a los sistemas convencionales mediante el aprovechamiento de calor de desecho no aprovechado y reducción de pérdidas de energía innecesarias, permitiendo lograr ahorros considerables a mediano y largo plazo (CONUEE y CRE, 2013). En México, se ha desarrollado la regulación en el área energética contemplando proyectos de cogeneración eficientes. En la mayor parte de las empresas del sector industrial, la energía térmica y eléctrica son insumos indispensables. Cuando estas dos formas de energía se requieren de manera conjunta en un proceso productivo, se presenta la oportunidad de implantar sistemas de Cogeneración, lo cual conlleva, de manera simultánea, a obtener una mayor eficiencia en el uso de combustibles fósiles y menor producción de emisiones contaminantes por unidad de energía útil. En esta política se contempla el fomento de sistemas de cogeneración eficiente acorde a la estructura productiva del estado, donde el impulso a la cogeneración se concentra en los siguientes sectores: industria del cemento, industria siderúrgica y sector minería. La modalidad de cogeneración representa una opción viable para contribuir a la sustentabilidad energética mediante el incremento en la eficiencia energética y económica de la empresa.
- **RCII-1. Incrementar la eficiencia energética en construcciones nuevas o existentes-Códigos de construcción y normas. -** Las modificaciones en la construcción y el diseño de una edificación pueden contribuir a incrementar la eficiencia energética, disminuyendo la demanda de energía para satisfacer las necesidades de acondicionamiento térmico e iluminación, mejoras en confort de los habitantes y, con ello, contribuyendo a mitigar el deterioro del medio ambiente. En el marco de la sustentabilidad energética, esta política abarca la promoción y regulación del diseño, construcción y remodelaciones mayores de edificios, con la finalidad de construir edificios verdes con baja huella de carbón. Lo anterior mediante el fortalecimiento, mejora y adopción de códigos de construcción, reglamentos, estándares y normas que promuevan tecnologías de aislamiento térmico, instalación de sistemas de iluminación de bajo consumo eléctrico (lámparas de halógeno, fluorescentes compactas-LFC- y de diodos emisores de luz –LED-) y prácticas de captura de carbono (por ejemplo, azoteas verdes, jardines verticales y huertos urbanos) en edificaciones residenciales, comerciales, institucionales e industriales nuevas.
- **RCII-2. Incrementar la eficiencia energética en construcciones nuevas – Equipamiento (Electrodomésticos, calentadores de agua solares, calentadores de paso).-** Parte de las emisiones de GEI de los sectores residencial, comercial, institucional

e industrial (RCII) proviene del consumo de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de iluminación, calentamiento de agua, acondicionamiento térmico del aire y funcionamiento de electrodomésticos. El objetivo de esta política es el incremento de la eficiencia energética en los sectores RCII, mediante una reducción de la demanda energética que apoye la disminución en las emisiones de GEI derivadas la generación, distribución y consumo de energía. (Nótese que la eficiencia del equipamiento en las edificaciones industriales es abordada en RCII-4). Específicamente, en esta política se impulsan las siguientes medidas:

- Uso de la energía solar a través de la instalación de calentadores solares de agua en hogares, y con esto reducir el consumo del gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN) o electricidad en el calentamiento del agua.
- Alentar el uso de calentadores de agua de flujo, con el propósito de reducir el uso del GLP y GN.
- Adquisición de electrodomésticos energéticamente eficientes.
- Utilizar equipos de acondicionamiento térmico más eficientes en el consumo de energía (p.ej. minisplit inverter).

Esta política es complementaria a las políticas 2, 3 y 4 del Sector Energía, las cuales contemplan la instalación de paneles fotovoltaicos para generación in situ en inmuebles residenciales, comerciales, industriales e institucionales.

- **RCII-3. Incrementar la eficiencia energética en construcciones existentes, exceptuando el sector industrial – Equipamiento (Electrodomésticos, iluminación, calentadores de agua solares, calentadores de paso).-** En esta política, la estrategia de mitigación de GEI se orienta en satisfacer las necesidades energéticas de los edificios existentes de los sectores RCII (Residencial, Comercial, Institucional) mediante el reemplazo de tecnologías con alta demanda energética (electricidad y gas) por tecnologías más eficientes. Específicamente, en esta política se impulsan las siguientes medidas:

  - Uso de la energía solar a través de la instalación de calentadores solares de agua en viviendas, y con esto reducir el consumo del gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN) o electricidad.
  - Uso de calentadores de agua de flujo para el uso eficiente del GLP y GN.
  - Reemplazo de sistemas de iluminación incandescente por sistemas de iluminación de bajo consumo eléctrico (lámparas de halógeno, fluorescentes compactas-LFC- y de diodos emisores de luz –LED-)
  - Adquisición de electrodomésticos energéticamente eficientes.
  - Reemplazo de equipos de aire acondicionado estándar (equipo de ventana o minisplit) por equipo de alta eficiencia, (p. ej. minisplit inversor).
- **RCII-4. Estimular la eficiencia energética en el sector industrial mediante equipamiento eficiente energéticamente y mejora en los procesos industriales: sector industrial.-** El Programa Especial de Cambio Climático (PECC, 2014) anticipa que, para el año 2020, el sector industrial será el tercer generador de emisiones GEI a nivel nacional. Las principales fuentes de contaminación de este sector se derivan del consumo de combustibles fósiles en los procesos de manufactura, especialmente en las industrias

de hierro, acero y cemento. Debido a la presencia de industria pesada en la economía de Coahuila (incluyendo la producción de cemento y las industrias de hierro y acero) y la producción de electricidad relativamente alta en contenido de carbono, el sector industrial del estado genera alrededor del 29% del total de las emisiones de GEI. El propósito de esta política es implementar regulaciones e incentivos con la finalidad de disminuir el potencial de calentamiento global a través de una mayor eficiencia energética del sector industrial, mediante mejoras en los procesos de operación, reemplazo y adquisición de maquinaria y equipo de bajo consumo energético, así como el reemplazo de tecnologías con alta demanda energética en la operación de la industria (electricidad y gas) por tecnologías más eficientes (ej. motores eficientes, sensores, controles y otros componentes eléctricos, así como equipo eficiente para el procesamiento de calor y el calentamiento de agua).

- **TLU-1. Índice de densidad urbano.-** Incrementar el índice de densidad urbano (habitantes por hectárea) de las principales zonas metropolitanas del estado. Se persiguen los siguientes incrementos en los índices de densidad urbanos para el 2035: Saltillo-Arteaga-Ramos Arizpe - 36%; La Laguna – 31%; Monclova-Frontera – 25%; y Piedras Negras-Nava – 27%.
- **TLU-2. Movilidad urbana sustentable. -** Reestructurar la demanda de los distintos medios de transporte, es decir, reducir el porcentaje de utilización del automóvil de pasajeros privado e incrementar la participación relativa de la utilización del transporte público masivo, la bicicleta y caminar. Coahuila se sumará a las estrategias nacionales que buscan diseñar e instrumentar una política de movilidad sustentable para ciudades de 500 mil o más habitantes), mismas que pretenden impulsar proyectos clave de transporte masivo con criterios de reducción de tiempos de recorrido, rentabilidad socioeconómica e impacto ambiental.
- **TLU-3. Flota del Gobierno energéticamente eficiente.-** Incrementar la participación de vehículos híbridos, híbridos enchufables y eléctricos en la flota de los gobiernos estatal y municipales. Esta política pretende: proporcionar a los particulares que los adquieran, estímulos fiscales en la compra y tenencia (ej. exención del IVA), así como privilegios especiales para su aparcamiento; apoyar, conjuntamente con los fabricantes de autos eléctricos e híbridos con plantas en el estado, el desarrollo de una red de estaciones de recarga.
- **AFOLU-1. Gestión de estiércol del ganado lechero.-** Esta política propone utilizar el estiércol del ganado que se genera en las granjas lecheras de Coahuila como fertilizante natural, para generar biofertilizante y para producir electricidad y apoyar con ello, la disminución en el uso de combustibles fósiles en la generación de energía. El enfoque será en la región de La Laguna, en donde bajo la tendencia actual se espera que solamente el 7% del estiércol del ganado lechero sea manejado utilizando tecnologías de digestión anaeróbica (DA) que reducen las emisiones de metano y producen electricidad renovable. Con la implementación de esta política, el 40% del estiércol será gestionado vía digestión anaeróbica para el 2025. La política se dirigirá a la implementación de tecnología DA en las dos grandes lecherías (>1,500 cabezas de ganado; 60% de la población meta) y lecherías medianas (500 – 1,500 cabezas de ganado; 40% de la población meta).
- **AFOLU-2. Incremento y mantenimiento de vegetación urbana.-** La reforestación urbana incluye la restauración y mantenimiento de las áreas verdes con énfasis en el

rescate y la conservación de las especies nativas. Esto permite conservar y resguardar la amplia biodiversidad genética presente en el estado. Asimismo, los árboles urbanos que son plantados estratégicamente proveen sombra y/o protección contra el viento a los edificios, y por tanto, pueden producir beneficios de ahorro de energía (en CO_2, principalmente disminuyendo los costos de aire acondicionado en el verano). Adicionalmente, los árboles urbanos capturan agua de lluvia que permite disminuir la cantidad de agua que termina en el tratamiento de aguas residuales en áreas que tienen sistemas de alcantarilla combinados. En esta situación la captura el agua de lluvia en áreas urbanas permitirá ahorro en costos y energía. La política busca plantaciones incrementales de cinco mil árboles urbanos por año, comenzando en el 2016 durante el periodo de planeación al 2035. Esto resulta en la expansión del bosque urbano del estado en un total de cien mil árboles (el equivalente de más o menos 240 hectáreas de bosque rural para el estado). Adicionalmente, la mayor parte de estas nuevas plantaciones (65%) se localizarán estratégicamente para lograr beneficios en el ahorro de energía.

- **AFOLU-3. Incremento y conservación de vegetación en áreas rurales.-** La reforestación conservación de estas tierras promueve un incremento en el secuestro de bióxido de carbono por encima de lo esperado en el escenario sin cambios (ESC) en la cobertura de la tierra (por ejemplo, pastizales o matorrales). Beneficios adicionales de la reforestación incluyen mayor potencial de rescate para especies nativas, protección de la biodiversidad, y el acrecentamiento de los mantos acuíferos. Mediante la adquisición de propiedades o el establecimiento de servidumbres de conservación con los dueños de las propiedades, la meta de la política es reforestar aproximadamente 3,200 hectáreas por año durante los veinte años del periodo de planeación del PECC Coahuila (casi 4 mil hectáreas en total). Los terrenos dedicados a la conservación y reforestación estarán en la interfaz rural-urbana que indirectamente influenciará el uso de suelo más eficiente y el "crecimiento inteligente". Por tanto, esta política es complementaria a TLU-1 que busca incrementar las densidades urbanas.
- **WM-1. Utilización del metano de rellenos sanitarios. –** Esta política promueve la captura de la energía del metano de los rellenos sanitarios y su utilización en el estado. Esta política extiende la utilización de esta tecnología más allá de las condiciones del ESC que incluye el proyecto de recolección y utilización de 1 mega-watt (MW) en Saltillo. Bajo la política, la recolección de metano y la capacidad de generación de electricidad en Saltillo se duplicará a 2 MW para el 2020. También, para el 2025, un sistema de 1 MW se construirá en el relleno sanitario de Torreón. La electricidad renovable generada por el metano en los rellenos sanitarios de Coahuila será alimentada a la red pública de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La captura y utilización del gas en los rellenos sanitarios reduce las emisiones directas de CH_4, e indirectamente reduce el uso de combustibles fósiles para producir electricidad para la red pública. También genera ingreso y empleo local para los operadores de los rellenos.
- **WM-2. Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación.-** Esta política promueve tanto un incremento en la recolección de aguas residuales para tratamiento centralizado como porcentajes crecientes de regeneración de aguas residuales para procesos industriales e irrigación de áreas verdes urbanas y cultivos agrícolas. La política por lo tanto: reducirá la cantidad de emisiones de GEI y contaminación de agua resultantes de no sanear el agua bajo las condiciones del ESC, reducirá la cantidad de agua consumida de fuentes primarias (ej. agua de superficie y del

subsuelo), y reducirá la cantidad global de energía requerida para el uso del agua en procesos industriales e irrigación. Como la ampliación de la recolección de aguas residuales y los servicios de tratamiento centralizado requerirán un aumento en el consumo de energía comparado con el ESC, la política también promoverá la aplicación de energía renovable (generación de electricidad fotovoltaica) a niveles que compensarán el incremento de los requerimientos energéticos (por la ampliación de la recolección y los servicios de tratamiento y el uso de energía asociado, sin este aspecto de la política, no habría un beneficio neto de GEI). El uso de agua regenerada para las áreas verdes urbanas permite ahorros en el consumo de agua de los acuíferos, al tiempo que se conservan áreas verdes en las ciudades véase AFOLU-2). Las fuentes de agua potable para la población también se conservan.

Resumen de la metodología y los resultados del análisis microeconómico

Al terminar un diseño de política, la información de tal diseño se utilizó como puntos iniciales para el análisis microeconómico. Los cambios producidos por los impactos de la política pueden incluir producción de energía, reducción en el consumo de energía o materiales, cambio en la gestión de recursos naturales, cambios en procesos industriales, y cambios en otras actividades relativas la emisión de GEI.

El análisis microeconómico de cada política involucra dos componentes principales: impactos en GEI y energía netos y costos sociales directos netos. Se preparan estimados para cada año del periodo de planeación. Para el PECC Coahuila, el periodo de planeación se extiende desde el primer año de implementación (generalmente 2016) hasta el 2035. Para los impactos netos de GEI, los analistas cuantificaron las emisiones de GEI bajo el escenario sin cambio ESC para la actividad abordada por la política (ej. uso de combustibles fósiles, uso de electricidad, generación de metano en rellenos sanitarios). Enseguida, se preparan estimados para la misma actividad, pero con los impactos esperados con la implementación de la política. Las emisiones de GEI netas se determinan para cada año restando las emisiones del ESC de las emisiones del escenario con la política (un valor negativo indica una reducción neta de GEI).

Los costos sociales directos netos se estiman de manera similar a los impactos netos de GEI. Los costos de ESC se estiman para las actividades afectadas por la política. Luego, se determinan los costos de implementar la política. Éstos típicamente incluyen costos de inversión inicial (ej. Gastos de capital para nuevas instalaciones o equipo), costos de operación y mantenimiento, costos de energía, costos de materiales, subsidios gubernamentales, y otros costos. Los costos netos se determinan al restar los costos del ESC de los costos del escenario con la política. El Capítulo 3 y el Apéndice B proveen muchos detalles adicionales de los métodos usados para conducir el análisis microeconómico (impactos directos).

Los resultados clave de la fase de análisis microeconómico se resumen en la Tabla RE-1. Nótese que estos resultados se han ajustado para tomar en cuenta las interacciones y traslapes entre políticas en diferentes sectores (ej. entre políticas de oferta y demanda de electricidad). Por esa razón, los resultados no coincidirán con aquellos estimados para una política específica (como se

muestra en los capítulos de los sectores de este reporte y los apéndices de los sectores). Los resultados clave para el PECC Coahuila incluyen:

- Reducciones netas de GEI en 2025, 2035 y acumuladas a lo largo del periodo de planeación. La Figura RE-6 es una tabla de las reducciones de GEI acumuladas estimadas para cada una de las políticas del PECC. Se encontró que las políticas ES-1 (generación de electricidad renovable en estaciones de suministro) y RCII-2 (eficiencia energética en edificios existentes) son las que tienen el potencial de reducción acumulado más alto.
- Valor presente neto de los costos de implementación de la política (acumulados a lo largo del periodo de planeación);
- Efectividad de costo: esta medida permite las comparaciones directas del funcionamiento de la política entre políticas, y se determina dividiendo el VPN entre las reducciones de GEI acumuladas durante el periodo de planeación, resultando en los pesos gastados por tonelada de dióxido de carbono equivalente reducida ($/t$CO_2$e). La Figura RE-7 proporciona un resumen de los costos de efectividad estimados para las políticas del PECC; la mayoría mostró ahorros netos para una base social; y
- Cambios netos en la actividad: cambios en el consumo de electricidad, uso de combustibles fósiles, generación de electricidad renovable, etc. La documentación de estos resultados se pueden encontrar en los análisis de impacto directo para las políticas del PECC, localizado en el apéndice de cada sector de este reporte.
- La Figura RE-8 muestra la curva de reducción marginal de costo (CRMC) para el PECC Coahuila. Las políticas se han jerarquizado por su efectividad de costo a lo largo del eje Y. El largo de la línea para cada política indica su contribución a las reducciones de emisiones en el 2035 para el ESC (en una base porcentual). Como se muestra en la extrema derecha de la gráfica, las reducciones totales para las políticas del PECC se estima que sean alrededor del 8% de las emisiones del ESC en 2035.

El uso primordial de una curva CRMC es para resumir los resultados del análisis de impactos microeconómicos. La gráfica representa todos los impactos del 2035 mostrados como datos resumidos en la Tabla RE-1, pero ayuda a dar una idea de la cantidad de emisiones en el 2035 que pueden ser alcanzadas como un ahorro neto a la sociedad o como un costo neto a la sociedad. Las reducciones alcanzadas como un ahorro neto se representan por el área entre el eje X y la efectividad de costo negativa para la política. Las reducciones alcanzadas como un costo neto se representan por el área entre el eje X y la efectividad de costo positiva para la política. Para el PECC Coahuila, hay mucha más de reducción de emisiones por debajo del eje X que por encima, lo que significa que en general, las políticas del PECC pueden ser implementadas como ahorros sociales netos. Ciertamente esto se muestra en los valores en la parte baja de la Tabla RE-1, que indican ahorros netos por más de $70 mil millones de pesos ($2014) por implementar todas las políticas del PECC.

Si bien es tentador ver una curva de CRMC y centrar la atención o priorizar en las políticas que alcancen sólo el mayor potencial de reducción de emisiones con ahorros sociales directos netos, estos resultados no proporcionan la historia completa del análisis de costo/beneficio. Algunas políticas, independientemente de su efectividad de costo directa neta pueden producir impactos indirectos (macroeconómicos) que no se muestran aquí. Éstos podrían incluir impactos en el empleo positivo, ingresos, o producto bruto. Otros beneficios no monetarios podrían incluir

mejoras en la calidad del aire, la conservación del agua, calidad del agua, la gestión de las aguas pluviales, y la calidad de vida (por ejemplo, tiempos de viaje, las mejoras estéticas).

Tabla RE-1. Resumen del análisis microeconómico de las políticas y resultados del PECC Coahuila (Parte 1)

ID de política	Título de política	2025 Reducciones internas del estado anuales ($TgCO_2e$)	2035 Reducciones internas el estado anuales ($TgCO_2e$)	Acumuladas internas 2016-2035 ($TgCO_2e$)	Acumuladas totales 2016-2035 ($TgCO_2e$)	VPN Costos/ ahorros 2016-2035 ($2014MM)	Costo Beneficio ($2014/$tCO_2e$)
ES-1.	Suministro de producción de electricidad renovable en central eléctrica	(0.92)	(1.31)	(18.5)	(25)	($2,179)	($89)
ES-2.	Energía fotovoltaica en edificios residenciales	(0.034)	(0.054)	(0.64)	(0.82)	($304)	($369)
ES-3.	Energía fotovoltaica en edificios públicos	(0.015)	(0.021)	(0.27)	(0.35)	($124)	($352)
ES-4.	Energía fotovoltaica en edificios comerciales e industriales	(0.078)	(0.15)	(1.6)	(2.1)	($983)	($458)
ES-5.	Cogeneración en el sector industrial	(0.12)	(0.22)	(2.4)	(2.4)	($1,614)	($670)
	Totales del sector suministro de energía	**(1.2)**	**(1.8)**	**(23)**	**(30)**	**($5,203)**	**($172)**
RCII-1.	Códigos y normas de construcción	(0.025)	(0.049)	(0.51)	(0.65)	($855)	($1,311)
RCII-2.	Incrementar eficiencia energética en nuevas construcciones- Equipamiento	(0.014)	(0.029)	(0.29)	(0.38)	($601)	($1,590)
RCII-3.	Incrementar eficiencia energética en construcciones existentes excl. sector industrial- Equipamiento	(0.72)	(1.2)	(14)	(18)	($21,262)	($1,206)
RCII-4.	EE equipo y procesos en sector industrial	(0.18)	(0.54)	(4.3)	(5.5)	($7,200)	($1,307)
	Totales del sector Residencial, comercial, institucional e industrial	**(0.94)**	**(1.8)**	**(19)**	**(24)**	**($29,918)**	**($1,238)**

Todos los valores están ajustados por traslapes e interacciones intra e intersectoriales

Tabla RE-1. Resumen del análisis microeconómico de las políticas y resultados del PECC Coahuila (Parte 2)

ID de política	Título de política	2025 Reducciones internas del estado anuales ($TgCO_2e$)	2035 Reducciones internas el estado anuales ($TgCO_2e$)	Acumuladas internas 2016-2035 ($TgCO_2e$)	Acumuladas totales 2016-2035 ($TgCO_2e$)	VPN Costos/ ahorros 2016-2035 ($2014MM)	Costo Beneficio ($2014/$tCO_2e$)
TLU-1.	Índice de densidad urbana	(0.068)	(0.12)	(1.3)	(1.7)	($3,025)	($1,776)
TLU-2.	Movilidad urbana sustentable	(0.19)	(0.35)	(4.3)	(5.6)	($30,201)	$(5,428)
TLU-3.	Flotilla gubernamental energéticamente eficiente	(0.000051)	(0.000088)	(0.00095)	(0.0012)	$3.7	$3,004
Totales del sector transporte y uso de suelo		**(0.26)**	**(0.47)**	**(5.6)**	**(7.3)**	**($33,222)**	**($4,572)**
AFOLU-1.	Gestión del estiércol de Ganado lechero	(0.026)	(0.055)	(0.74)	(1.8)	$285	$159
AFOLU-2.	Silvicultura urbana	(0.0024)	(0.0066)	(0.058)	(0.061)	$7.9	$130
AFOLU-3.	Silvicultura rural	(0.042)	(0.084)	(0.88)	(0.88)	$115	$131
Totales del sector Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo		**(0.071)**	**(0.15)**	**(1.7)**	**(2.7)**	**$408**	**$150**
WM-1.	Metano de rellenos sanitarios	(0.13)	(0.13)	(2.1)	(2.2)	($153)	($71)
WM-2.	Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación	(0.037)	(0.051)	(0.76)	(0.98)	($2,082)	($2,133)
Totales del sector manejo de residuos		**(0.17)**	**(0.19)**	**(2.9)**	**(3.1)**	**($2,235)**	**($712)**
Resultados totales integrados del plan		**(2.6)**	**(4.4)**	**(53)**	**(68)**	**($70,171)**	**($1,039)**

Todos los valores están ajustados por traslapes e interacciones intra e intersectoriales

Figura RE-6. Potencial de reducción de GEI acumulada por política del PECC

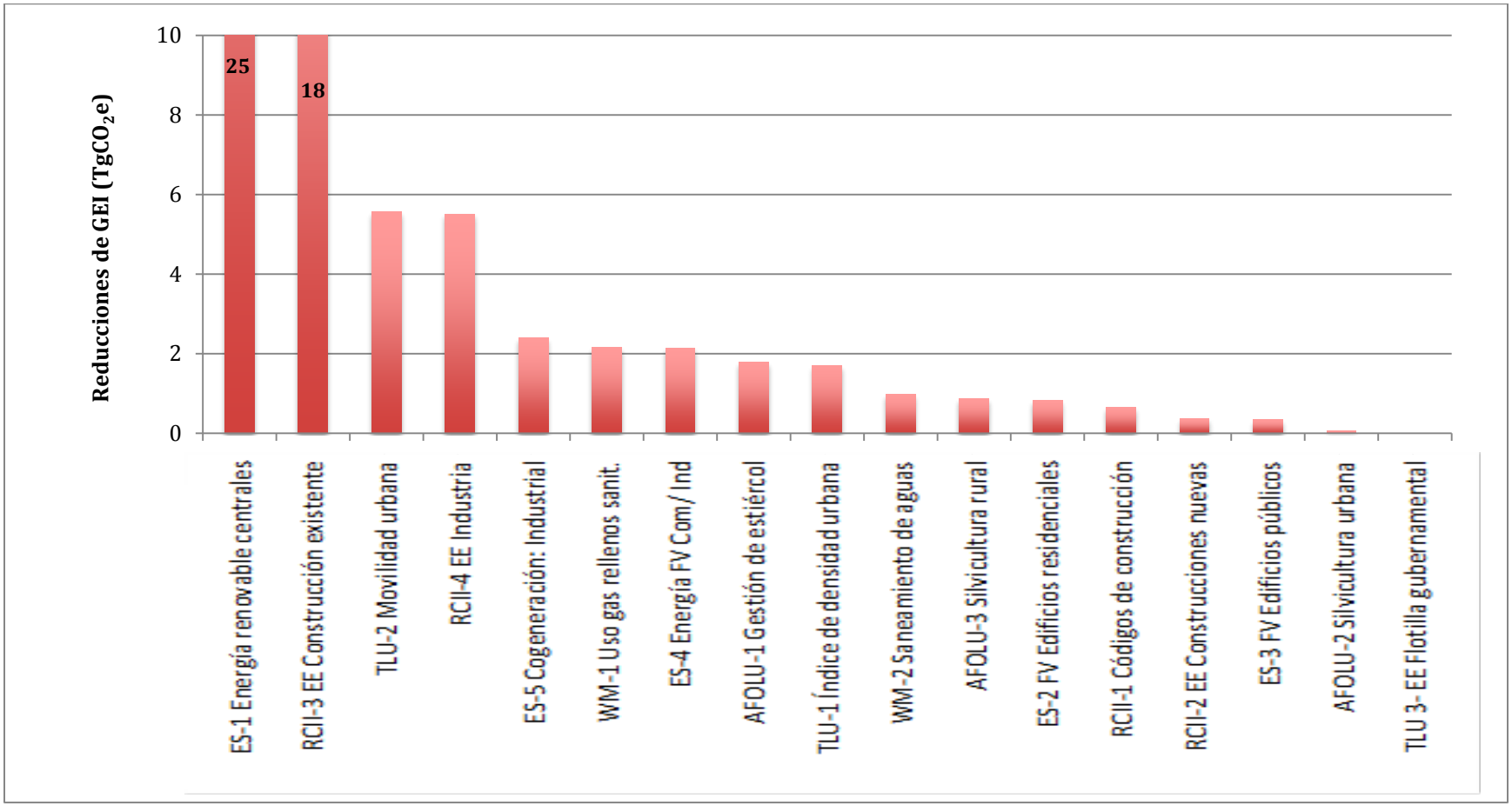


Figura RE-7. Costo beneficio de cada política del PECC

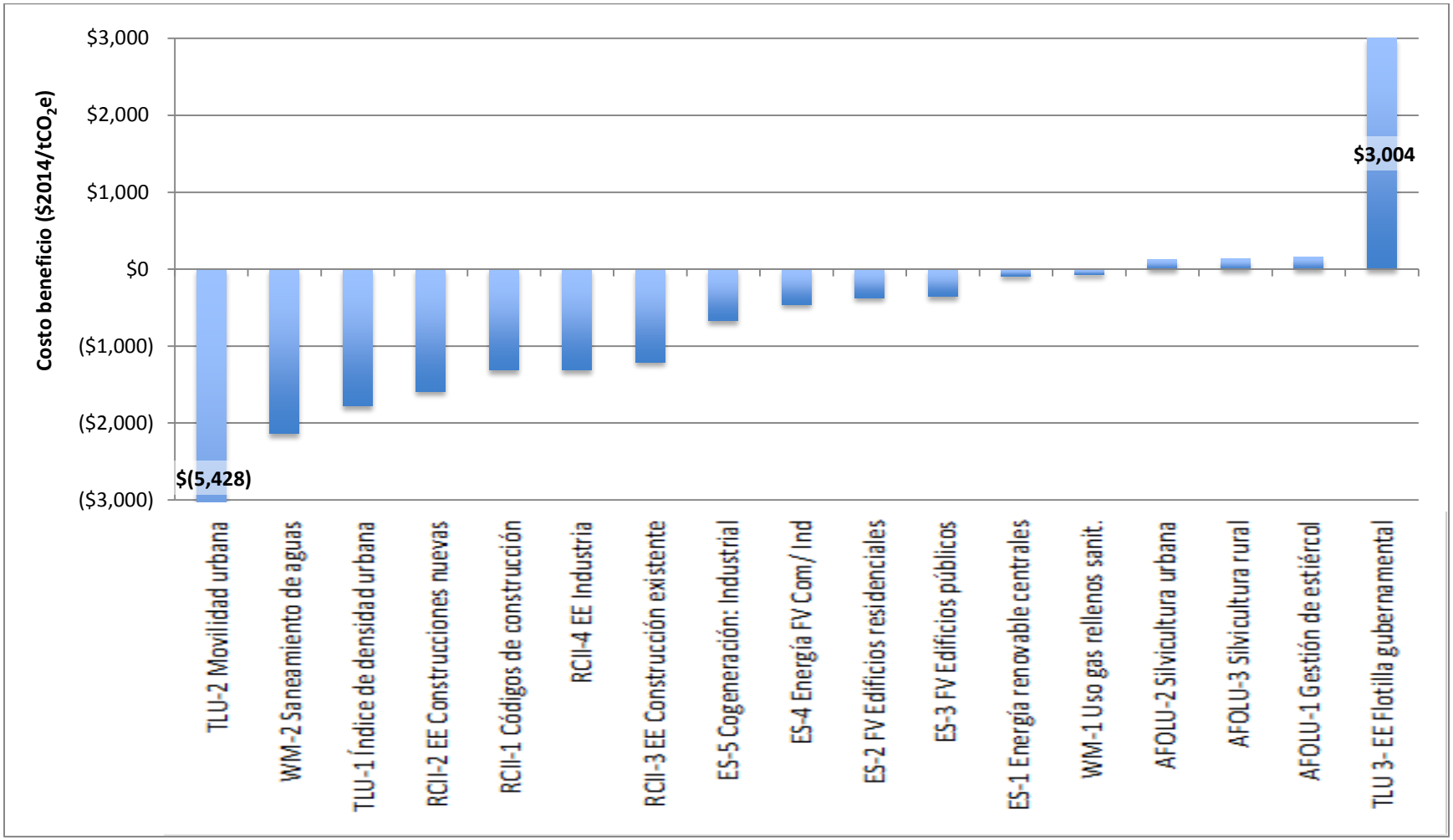
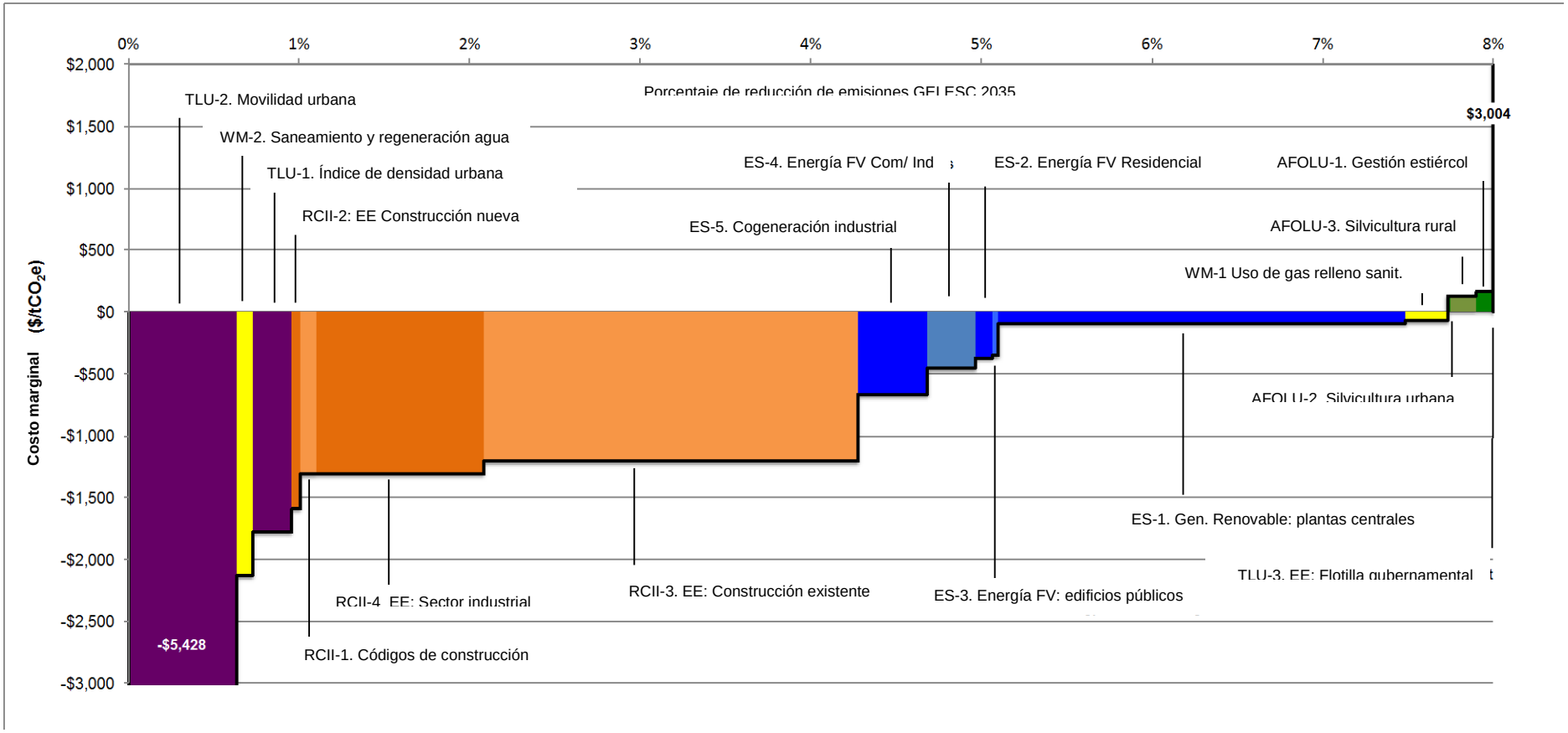


Figura RE-8. Curva de reducción marginal de costo para el PECC Coahuila



Hallazgos clave y recomendaciones

El Panel de Expertos (PE), en consulta con los socios de proyecto, desarrollaron las recomendaciones de políticas prioritarias propuestas para el análisis detallado en la Fase 2. Estas recomendaciones se presentan más adelante en este resumen, y se presentan más detalladamente en los capítulos y apéndices subsecuentes. Ellos también determinaron que en este momento no habría una política recomendada para la meta propuesta de reducción de emisiones de GEI en el estado. Algunos de los resultados clave y aspectos más relevantes son:

- Como se resume arriba en la Tabla RE-1, hay 17 políticas multisector recomendadas que se analizaron y fueron incluidas en este PECC propuesto;
- Como se muestra abajo en la Tabla RE-2, estas políticas se analizaron cuantitativamente y, si todas se implementan en tiempo, se proyecta que resulte en una reducción de emisiones en Coahuila de 4.4 $TgCO_2e$ en 2035 (8% de las emisiones pronosticadas bajo el ESC);
- Se proyecta que estas políticas tengan ahorros sociales netos de más de $70 mil millones de pesos ($2014) acumulados durante el periodo de 2016 a 2035. El promedio ponderado de rentabilidad de estas políticas se espera que sea -$1,039 ($2014/tCO_2e);
- Durante el proceso de la Fase 2 del PECC, el Inventario y Pronóstico de 2010 elaborado por el CCS se extendió de 2025 a 2035 utilizando análisis de tendencia simple. Estos ajustes fueron factorizados en la línea base del PECC durante el proceso de cuantificación para las opciones de política (como resultado, se esperan algunas diferencias menores en los resultados si se comparan con los de la línea base original de 2010 mostrados en el Apéndice A). La línea base actual de GEI muestra que las emisiones netas del estado se incrementarán en un 80% de 2010 a 2035 bajo las condicione de escenario sin cambio (ESC). Los sectores clave que contribuyen a este crecimiento son ES (casi todo del subsector de suministro de energía), y la industria (principalmente de las industrias del cemento y el hierro y acero); y
- Una reducción de más de 4 $TgCO_2e$ anuales en el total de la economía en 2035 parece ser un comienzo razonable hacia la gestión de GEI en Coahuila (comparados con los niveles actuales de emisiones de alrededor de 34 $TgCO_2e$). Sin embargo, debido al esperado crecimiento brusco de las emisiones, estas reducciones no logran revertir la curva de las emisiones esperadas en el estado con el ESC. Esto se muestra gráficamente en la Figura RE-8 abajo. Se requiere trabajo adicional para actualizar y refinar el pronóstico bajo ESC, ya que en muchos casos, las emisiones se pronosticaron utilizando técnicas simples, incluyendo el extrapolamiento de tendencias históricas.[7] Sin embargo, reforzar estas políticas iniciales del PECC y agregar otras ciertamente será necesario para cambiar la trayectoria futura de GEI a una dirección más sustentable, así como apoyar a México para alcanzar cualesquiera compromisos nacionales que provengan del Acuerdo de París.

[7] Recientemente ha habido discusiones sobre si una de las dos plantas de carbón en el Estado será desmantelada. Esto no ha sido tomado en cuenta en la línea base de GEI de Coahuila para este PECC, y tendría un impacto significativo en el tamaño total de emisiones estatales, en espera de saber qué tipos de generación serían utilizados para compensar la capacidad perdida.

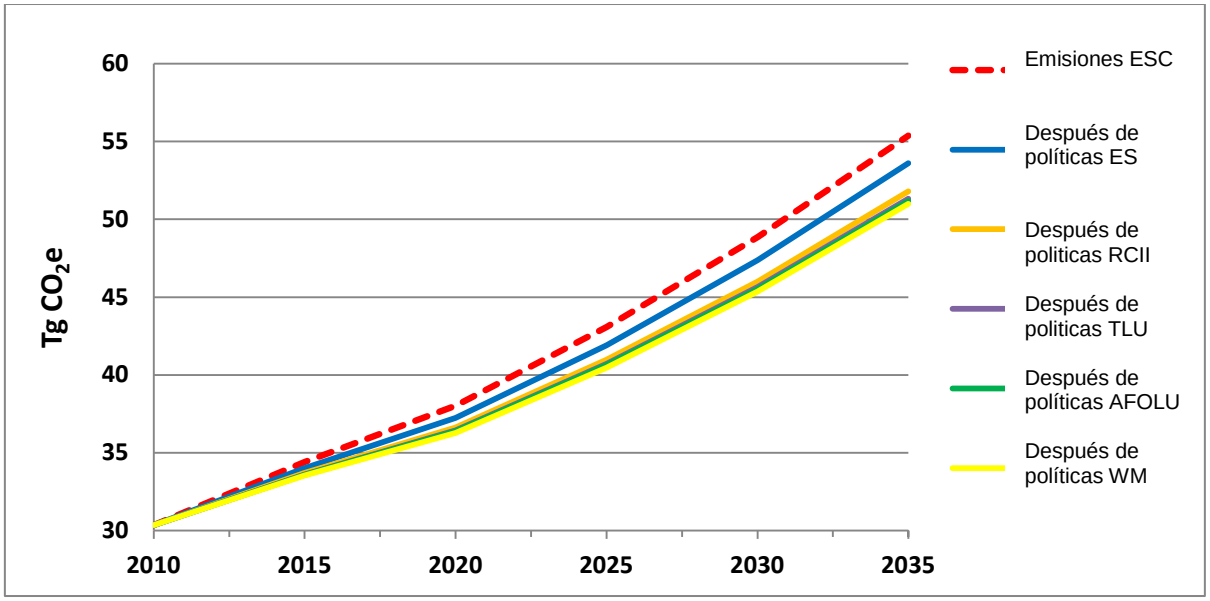
Tabla RE-2. Reducciones de GEI a nivel estado para el PECC Coahuila

Emisiones / Reducción de emisiones	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Emisiones de GEI proyectadas	19	20	26	27	30	34	38	43	49	55
Reducciones de acciones recientes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07
Emisiones proyectadas de GEI después de acciones recientes	19	20	26	27	30	34	38	43	49	55
Reducciones del plan: Sector ES					0.0	*0.4*	*0.8*	*1.2*	*1.5*	*1.8*
Emisiones proyectadas con políticas ES					30	34	37	42	47	54
Reducciones del plan: sector RCII					0.0	*0.3*	*0.6*	*0.9*	*1.4*	*1.8*
Emisiones proyectadas con políticas ES/RCII					30	34	37	41	46	52
Reducciones del plan: sector TLU					0.00	*0.1*	*0.2*	*0.26*	*0.4*	*0.47*
Emisiones proyectadas con políticas de ES/RCII/Industria/TLU					30	34	36	41	46	51
Reducciones del plan: sector AFOLU					0.0	*0.0*	*0.0*	*0.07*	*0.1*	*0.15*
Emisiones proyectadas con políticas de ES/RCI/Industry/TLU/AF					30	34	36	41	46	51
Reducciones del plan: sector WM					0.00	*0.1*	*0.1*	*0.17*	*0.2*	*0.19*
Emisiones proyectadas con todas las políticas					30	34	36	40	45	51
Total de reducciones de GEI de políticas del plan					*0.0*	*0.9*	*1.7*	*2.6*	*3.5*	*4.4*
Emisiones después de políticas del plan cuantificadas	**19**	**20**	**26**	**27**	**30**	**33**	**36**	**40**	**45**	**51**

Los valores en rojo son interpolados de los resultados del análisis microeconómico.

Estas reflejan las reducciones esperadas de emisiones de metano de los rellenos y granjas lecheras que no se abordaron en el reporte de inventario y pronóstico de 2010.

Figura RE-9. Reducciones de GEI por sector para las políticas del PECC Coahuila



Se espera que oportunidades adicionales para reducciones en los sectores de ES y RCII sean áreas clave para comenzar a doblar la curva de emisiones de GEI para Coahuila. Se requerirá una combinación de enfoques abordando la eficiencia energética y la energía renovable (para ambos la electricidad y los combustibles), que pudieran construirse a partir de este conjunto de políticas iniciales del PECC. Otras políticas también deben ser consideradas, incluyendo la sustitución de entradas en los procesos de las industrias del cemento y hierro y acero. Oportunidades de mitigación adicionales en otros sectores podrían ser exploradas, especialmente en Transporte y Uso de Suelo. Más detalles sobre la línea base de las emisiones de GEI de Coahuila, políticas del PECC, y los análisis de impactos directos se pueden encontrar en los capítulos 2 al 9 del reporte.

- Una vez finalizado el Informe de la Fase 2 del PECC, cuatro de las diecisiete políticas analizadas recibirán una evaluación más detallada para formular estrategias de implementación específicas, incluyendo las opciones de financiación, en una iniciativa de seguimiento por parte de los socios. Para el resto de las políticas, la SEMA será responsable de determinar la forma de priorizar, financiar y promover su aplicación.

La Contribución Intencional Determinada Nacionalmente de México (INDC) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) incluye un compromiso incondicional para reducir el ESC de las emisiones de GEI y carbono negro (CN) en un 25% para el año 2030. [8] Este compromiso implica una reducción de gases de efecto invernadero en un 22% y una reducción de CN en 51%. El INDC es consistente con la intención de México para reducir las emisiones de GEI en un 50% para el 2050 con respecto a una línea base año 2000.

8 http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Mexico/1/MEXICO%20INDC%2003.30.2015.pdf. (México indica que los compromisos están sujetos al apoyo de los países en desarrollo).

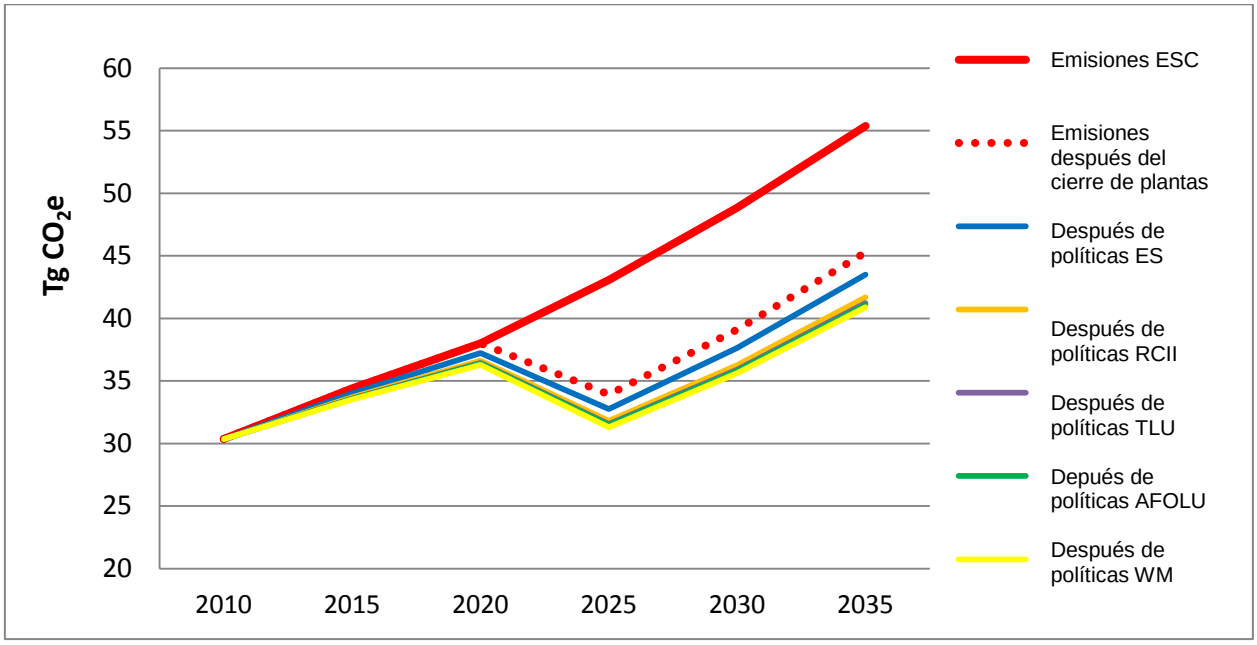
En la Conferencia de París sobe el Clima en diciembre del año 2015 (COP21), 195 países acordaron que la mitigación de GEI debería reducir el aumento previsto de la temperatura media mundial a muy por debajo de 2 grados centígrados (ºC), y que apuntar a un aumento de no más de 1.5ºC, ya que esto reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático. [9] Colectivamente hasta la fecha, no se espera que los INDCs presentados por todas las naciones mantengan el aumento de temperatura por debajo del umbral de 2°C.

Se necesitarán reducciones significativas de GEI de cada uno de los estados de México con el fin de que el país alcance sus objetivos de reducción previstos. Los gráficos de las intensidades de carbono mostradas en el Capítulo 2 (Figuras 2-4 y 2-5) indican que las intensidades de las emisiones de Coahuila (tanto per cápita y por unidad de PIB) son más altas que las nacionales en su conjunto. Esto implica que la reducción de emisiones en Coahuila puede necesitar ser mayor que en otros estados para que se cumplan los compromisos nacionales. Dentro de este contexto, el presente PECC inicial de Coahuila prepara el escenario para el futuro desarrollo de las políticas de mitigación adicionales y el potencial fortalecimiento de las políticas adoptadas en este plan.

En cuanto al posible cierre de las dos plantas eléctricas de carbón en el estado, los impactos potenciales en relación con los resultados finales del PECC presentados en la Figura RE-9 anterior, se muestran en la Figura RE-10 a continuación. Este gráfico muestra un cambio sustancial a la baja en las emisiones del ESC (alrededor de 10TgCO2e) tras el cierre de ambas plantas en 2025, antes de que el crecimiento de las emisiones (en todos los sectores) empuje más alto las emisiones en los años siguientes. Los impactos de las políticas del PECC siguen siendo similares a los mostrados en la figura RE-9, ya que la electricidad que se espera se compense con las políticas de reducción de emisiones/ eficiencia energética no ha cambiado (es decir, todavía espera que sea sobre todo generación de ciclo combinado de gas natural). Por lo tanto, doblar la curva de emisiones todavía requerirá aplicar medidas adicionales o reforzadas en el PECC.

Figura RE-10. Reducciones de GEI a nivel estado para el PECC Coahuila considerando cierre de plantas de carbón en 2025

[9] Comisión europea: http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/index_en.htm.



Por lo tanto, una política a nivel estatal para trabajar con el gobierno federal en un plan para el cierre de las plantas de carbón, podría reducir la intensidad de carbono de Coahuila en el suministro de electricidad, y sus emisiones totales de forma sustancial. Los impactos que se muestran en la Figura RE-10 suponen que la nueva generación en forma de centrales de ciclo combinado de gas natural sería construida para compensar la pérdida de producción sólo al nivel necesario para la demanda de electricidad de Coahuila. Por lo tanto, otros estados que dependen de la electricidad importada de Coahuila también deben participar en el desarrollo e implementación de una política de este tipo.

Capítulo 1
Antecedentes

Resumen del Plan Estatal de Cambio Climático de Coahuila- Fase 1

En junio de 2010 con financiamiento de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), el Centro de Estrategias Climáticas (CCS) elaboró un Inventario y Pronóstico (I&P) de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en el estado de Coahuila y algunos otros estados del norte de México. Los hallazgos de este reporte se resumen en el Capítulo 2.

Siguiendo al reporte de I&P, la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) convino la Fase 1 del PECC para Coahuila. La Secretaria de SEMA conformó el Grupo Asesor del Clima de Coahuila (GA) para ayudar a guiar la Fase 1 del proceso del PECC. Un objetivo clave de la Fase 1 del proceso era identificar un amplio rango de acciones climáticas potenciales y acotarlo a un conjunto de políticas de acción prioritarias en cuanto a potencial de reducción de GEI para su análisis detallado en la Fase 2.

Los objetivos para la fase 2 del PECC Coahuila se establecieron en el ámbito de trabajo para CCS y el Programa MLED al comienzo del proceso y se resumen en el Capítulo 3. La esencia de los objetivos era desarrollar un PECC para Coahuila para mejorar la capacidad del estado en la planeación y análisis climático a través de un enfoque de aprendizaje práctico dirigido por CCS. El acercamiento multifacético para el desarrollo del PECC sigue el método paso a paso de CCS que se muestra abajo en la Figura 1-1. Este proceso y las herramientas analíticas que soportan su implementación se describen más a detalle en el Capítulo 3.

A lo largo de la Fase 1 del proyecto, los pasos 1 al 4 fueron completados, éstos incluyeron una línea base de GEI y un conjunto de políticas prioritarias para su inclusión en el PECC Coahuila. Los trabajos de la fase 2 se iniciaron en el paso 5 e incluyeron hasta el paso 9 para desarrollar este reporte final del PECC.[10] Los trabajos para el paso 10 están ahora en curso, mismos que involucrarán el desarrollo de planes de implementación detallados para el primer conjunto de políticas el PECC.

Reuniones iniciales del GA se condujeron en 2011. El CCS asesoró al GA y a la SEMA para desarrollar un "Catálogo de políticas públicas para la mitigación del cambio climático".[11] El catálogo contenía 337 políticas potenciales para su consideración en Coahuila. Entonces el GA inició el proceso de priorización para el análisis detallado potencial de la Fase 2 del proceso de planeación climática que vendría después. Se seleccionaron 56 políticas para su posterior análisis.

El proceso de planeación de 10 pasos se soporta con un conjunto de herramienta analíticas representadas en la Figura 1-2 abajo. Los componentes 1 (Herramientas de línea base) y 2 (Catálogos de políticas) se desarrollaron y revisaron durante la Fase 1 del proceso del PECC con la

[10] Nótese que el análisis macroeconómico de las políticas de mitigación de GEI no se incluyó en este PECC.
[11] "Catálogo de políticas públicas para la mitigación del cambio climático" - Febrero 2011

selección inicial de 56 políticas a considerar. La Fase 2 del proceso del PECC comenzó con un refinamiento de las prioridades de políticas para enfocarse en diecisiete políticas clave para su análisis detallado en la Fase 2. El enfoque del trabajo en el Componente 4 (Diseño de política y establecimiento de objetivos) fue en establecer diseños iniciales de política y metas de reducción de GEI para cada política.

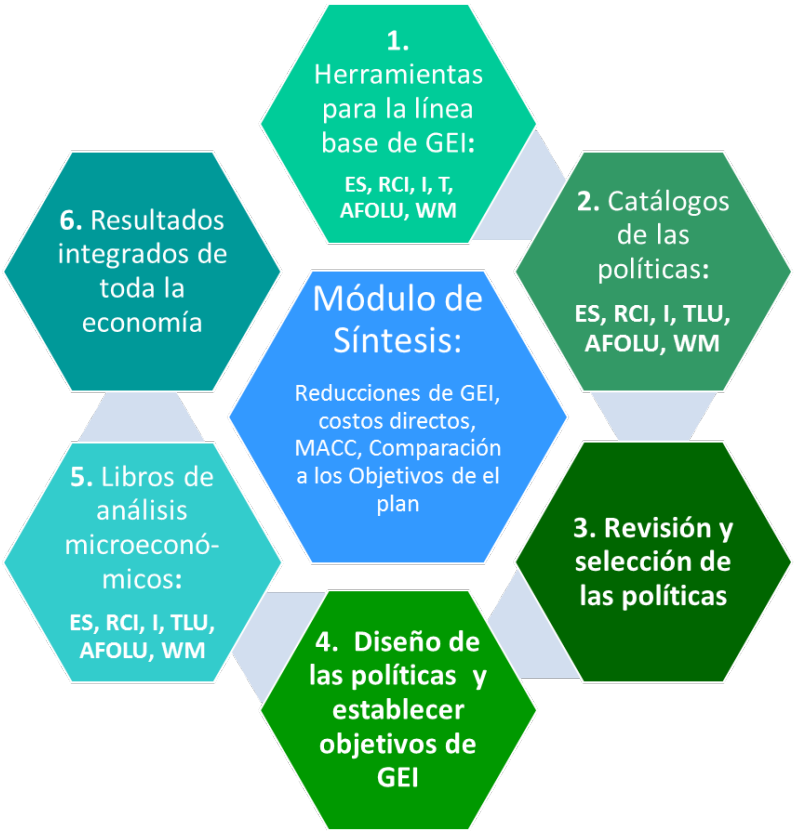
Figura 1-1. Enfoque de Planeación de Acciones Paso a Paso

Una vez que el Grupo Asesor sobre Cambio Climático en Coahuila aprobó las diecisiete políticas, se procedió al análisis de los impactos directos usando el Componente 5 del conjunto de herramientas (libros de trabajo del análisis microeconómico). Este trabajo se llevó a cabo con un enfoque de aprendizaje práctico utilizando expertos a nivel sector del CCS y sus homólogos del PE. Posteriormente el CCS completó la evaluación de los impactos directos con la integración de los resultados a través de las políticas en un conjunto de resultados en toda la economía (que se describen en el Capítulo 3 de este informe). Ese trabajo, así como los datos de línea base de toda la economía, se completaron dentro del módulo de síntesis de la Caja de Herramientas.

Después de las reuniones del GA, el CCS y la SEMA concluyeron la Fase 1 de los trabajos en Coahuila al presentar el Reporte Final de la Fase 1 del proceso del PECC Coahuila. [12] Todas estas prioridades que se desarrollaron durante el curso de la Fase 1 en 2011 fueron revisadas y consideradas cuando comenzó la Fase 2 del proceso del PECC Coahuila en 2015. Después de terminado el Reporte Final de la Fase 2, el CCS se reunirá con la SEMA y los socios en el paso 10 del proceso de planificación para llevar a cabo una evaluación detallada de algunas de las políticas de alta prioridad seleccionadas para trazar un plan de implementación más pormenorizado para estas políticas utilizando el PECC como base.

Figura 1-2. Caja de herramientas analíticas para la planeación de acciones

[12] *Plan Estatal Contra el Cambio Climático de Coahuila*, Agosto 2011.



ES – Suministro de energia
RCI – Residencial, Comercial e Institucional
I – Industrial
T – Transporte
TLU – Transporte y uso de suelo
AFOLU - Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo
WM - Manejo de residuos

Capítulo 2
Inventario y Pronóstico (I&P) de emisiones de GEI

2.1 Panorama general del I&P de GEI

El inventario y el pronóstico del escenario sin cambio (ESC) o "línea base" de emisiones de GEI se construyó primordialmente del documento elaborado por el CCS en 2010. [13] Como se resume en la Figura 2-1 abajo, la línea base se refiere a toda la economía e incluye datos de emisiones anuales para todos los sectores.

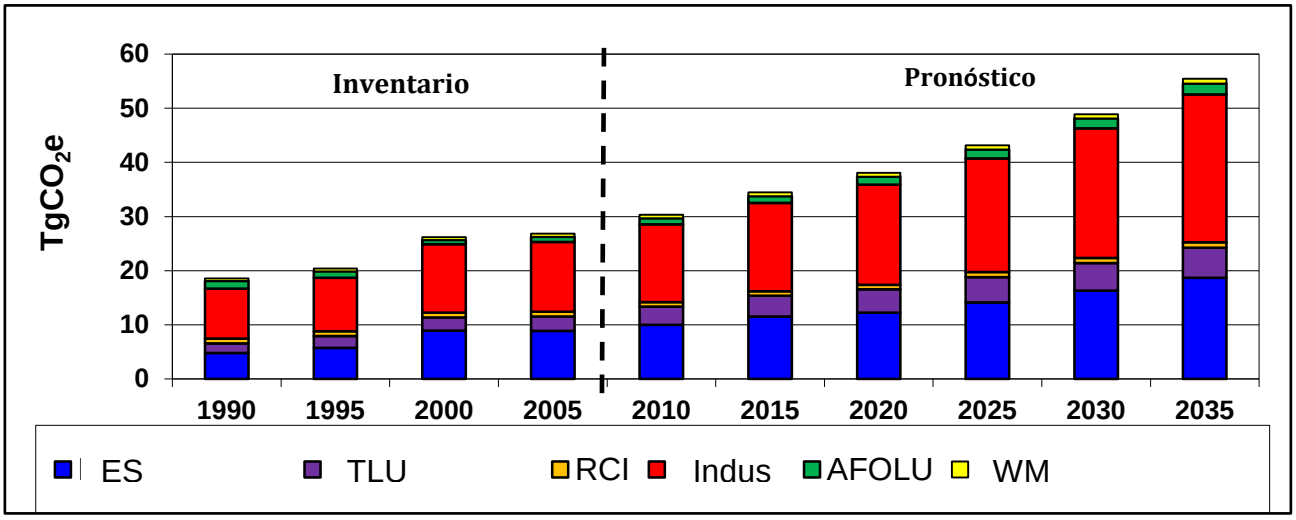
Todos los sectores de la economía de Coahuila fueron tratados desde la línea base (véanse los materiales provistos en el Apéndice A para más detalles). Éstos siguen la categorización normal de los reportes nacionales:

- Sector Energía (ES): para Coahuila, éste se refiere principalmente al subsector de Suministro de Energía (SE); todos los estimados de emisiones mostrados aquí para el subsector de SE y los que se utilizan para propósitos de análisis del PECC se ofrecen en base al *consumo* más que una base directa de *producción*. Esto significa que solamente se incluyen las emisiones asociadas con la electricidad consumida dentro del estado. Coahuila es un exportador neto de energía. Las emisiones asociadas con estas exportaciones no se incluyen en los estimados basados en consumo.
- Residencial, Comercial e Institucional (RCI): esto cubre las emisiones por combustión de combustibles en edificios en los tres subsectores;
- Industria (I): este sector incluye emisiones por combustión de combustibles fósiles para los procesos industriales y edificios, así como emisiones no provenientes de combustión que ocurren en los procesos industriales;
- Transporte: lo más importante es la combustión de combustible en los vehículos de calle, pero también se incluyen los vehículos de aire, marinos y ferroviarios;
- Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU): el subsector agropecuario cubre las emisiones no energéticas asociadas a la producción de cultivos y el manejo de ganado, el subsector de silvicultura y otros usos de suelo cubre principalmente el secuestro de carbono; debido a limitaciones en los datos, las emisiones de la combustión de combustibles de estos sectores se incluyen en los otros sectores de consumo final de energía (casi todo esto se agrega con el sector Transporte); y

[13] *Emisiones de gases de efecto invernadero en Coahuila y Proyecciones de Casos de Referencia 1990 - 2025*, el Centro de Estrategias Climáticas, junio de 2010. Como se discute con más detalle en una nota técnica adjunta en el Apéndice A, la línea base 2010 del CCS se extendió a 2035. Por lo tanto, el lector debe esperar algunas diferencias en los valores de referencia que aparecen en el cuerpo de este informe, en comparación con los valores que se muestran en el informe de 2010 proporcionado en el Apéndice A.

- Manejo de Residuos (WM): éste incluye los subsectores de manejo de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales. Al igual que en AFOLU, debido a limitaciones en los datos, las emisiones de la combustión de combustibles de estos sectores se incluyen en los otros sectores de consumo final de energía (casi todo esto se agrega con el sector Transporte).
-

Figura 2-1. Línea base de GEI para Coahuila



Sector	TgCO$_2$e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Suministro de energía	4.8	5.7	8.9	8.9	10	12	12	14	16	19
Transporte	1.8	2.2	2.4	2.7	3.4	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5
RCI	0.88	0.89	0.94	0.87	0.79	0.82	0.85	0.89	0.94	0.99
Industia	9.2	9.9	13	13	14	16	19	21	24	27
AFOLU	1.5	1.2	0.79	0.93	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0
Manejo de residuos	0.45	0.50	0.54	0.59	0.64	0.69	0.73	0.77	0.82	0.87
EMISIONES NETAS TOTALES	**19**	**20**	**26**	**27**	**30**	**34**	**38**	**43**	**49**	**55**

Las estimaciones de la línea base se presentan en emisiones de unidades de teragramos (Tg) de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) (1 Tg es igual a un millón de toneladas métricas). Estas estimaciones incluyen todas las emisiones dentro de cada sector y las pone en unidades comunes basadas en su potencial de calentamiento global (PCG). Para este estudio se utilizaron PCGs del Reporte de la Segunda Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (PICC). Como se nota abajo las emisiones para todos los GEI requeridos para reportar para el PICC fueron incluidas, sin embargo no se identificaron las fuentes de todos los GEI:

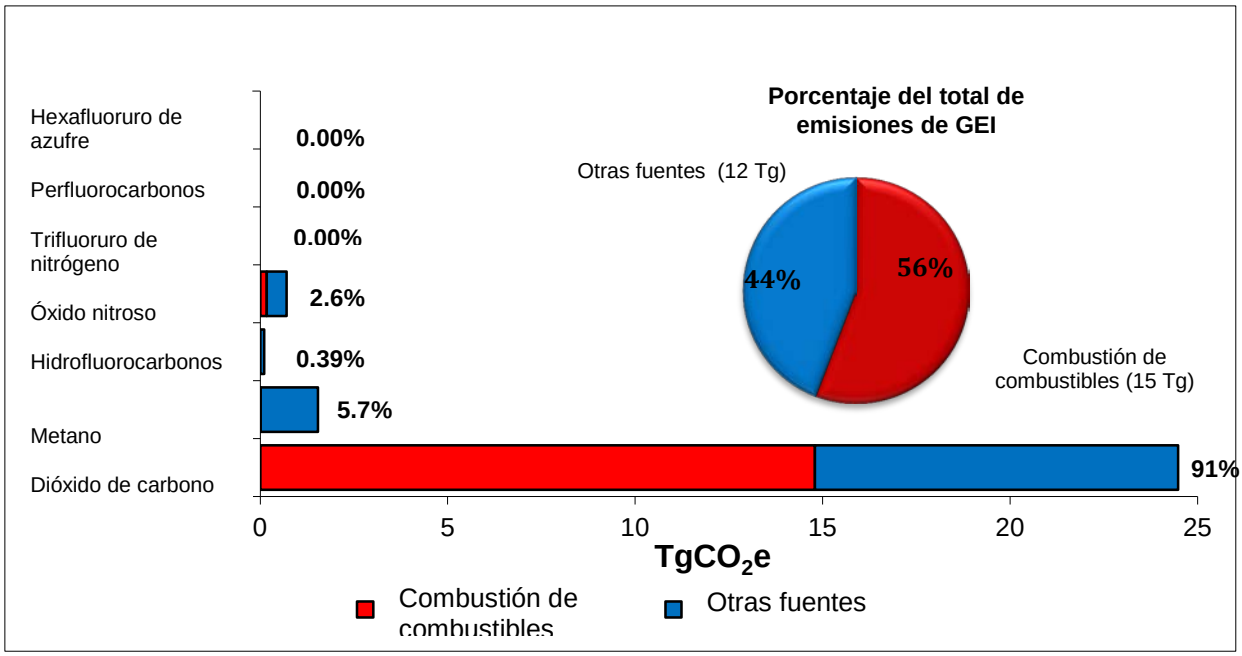
- Dióxido de carbono (CO_2);
- Metano (CH_4);
- Óxido nitroso (N_2O);
- Hidrofluorocarbonos (HFC);
- Hexafluoruro de azufre (SF_6) [14];
- Perfluorocarbonos (PFC) [15];
- Trifluoruro de nitrógeno (NF_3)[16]

2.2 Detalles adicionales de la línea base de GEI

Los datos de soporte para los estimados históricos (inventario) variaron para cada sector, sin embargo, los datos estaban disponibles hasta el 2008 cuando se construyó la línea base. La Figura 2-2 de abajo provee un resumen de la contribución de cada gas al total de emisiones de GEI en el 2005 para Coahuila. Como se muestra, el CO_2 es el GEI dominante, contribuyendo con el 90% de las emisiones totales ponderadas en la base de CO_2e. La tabla también muestra las contribuciones de cada gas de fuentes de combustión y de no combustión de combustibles. Las emisiones de combustión tienden a dominar las líneas base de GEI en la mayoría de las jurisdicciones. Mientras éstas también son la mayoría en Coahuila (56%), las emisiones de combustión de no combustibles de los procesos industriales son contribuyentes clave (hierro y acero, cemento, uso de carbonatos).

[14] Aunque se espera que se produzcan emisiones a partir de equipos de sistemas eléctricos que utilizan este compuesto como un aislante, no se identificaron datos para generar estimaciones de las emisiones.
[15] No se identificaron las fuentes de emisiones: por ejemplo, fabricación de productos electrónicos que utilizaran este compuesto como un agente de limpieza.
[16] Igual que para el PFC arriba.

Figura 2-2. 2005 Emisiones de combustión y no combustión por GEI

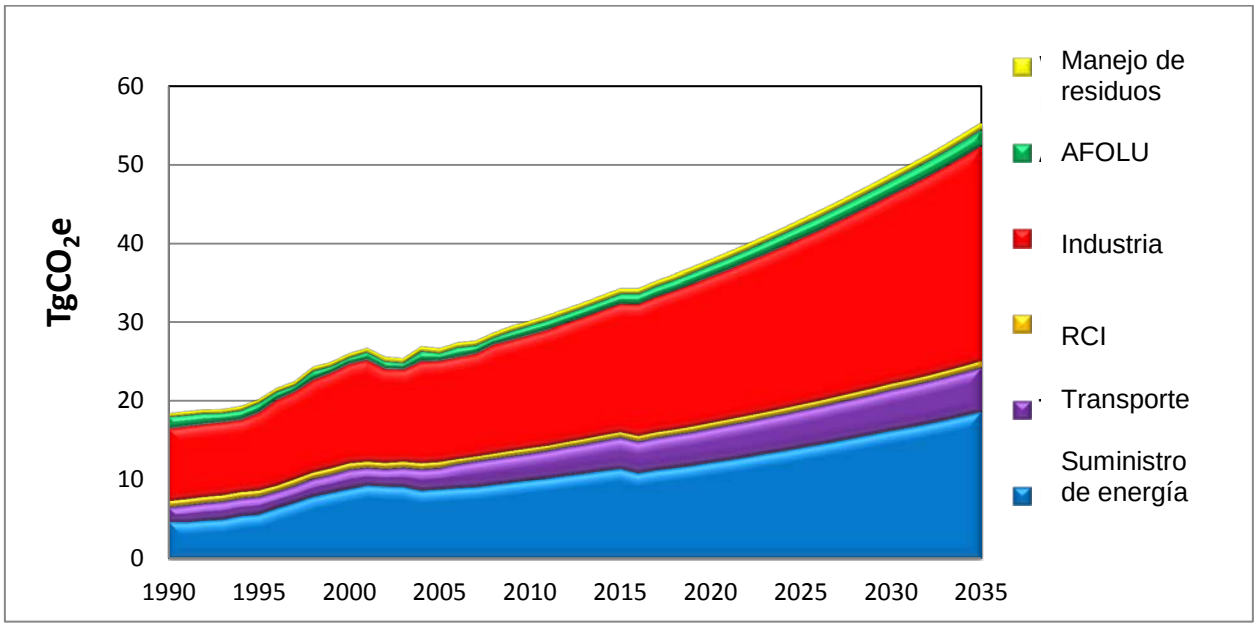


Las emisiones de SF_6 no se incluyen para Coahuila debido a la disponibilidad de dato durante la construcción de la línea base, aunque algún nivel bajo de emisiones se espera dentro del subsector de Suministro de Energía (SE) (se utiliza como aislante en el equipo eléctrico). Emisiones de PFCs y NF_3 también pudieran ocurrir en pequeñas cantidades (ej. la industria de electrónica).

Como se muestra en la gráfica y tabla de soporte de la Figura 2-1, así como en la Figura 2-3 abajo, se espera que las emisiones se incrementen a más del doble desde el 2005 hasta el final del periodo de planeación en 2035. Las emisiones se muestran en una base "neta", lo que significa que los sumideros de carbono se han sustraído de las emisiones totales generales (estos sumideros ocurren en los sectores AFOLU y WM).[17] Como se indica en los resultados mostrados en la Figura 2-3, los sectores de ES e Industria son los que más se espera que contribuyan a la mayor parte del crecimiento de las emisiones en Coahuila durante el periodo del pronóstico. De hecho, se espera que las emisiones de ambos de estos sectores se dupliquen entre los años de 2005 a 2035.[18]

[17] Nótese que ya que los sumideros de carbono son relativamente pequeños en Coahuila, las emisiones de GEI presentadas sobre una base neta son similares a aquellas presentadas con una base bruta (es decir, fuentes únicamente).
[18] Recientemente ha habido discusiones sobre si una de las dos plantas de carbón en el Estado será desmantelada. Esto tendría un impacto significativo en las emisiones proyectadas; sin embargo, no se ha considerado ningún cambio en las operaciones de estas plantas en esta línea base de GEI.

Figura 2-3. Línea base de GEI netos por sector para Coahuila



Nota: dentro del Suministro de energía, las emisiones de suministro de electricidad se muestran basadas en el consumo (excluyendo emisiones de las exportaciones netas de electricidad).

Las figuras 2-4 y 2-5 muestran las intensidades de las emisiones en una base per cápita y por unidad de resultado económico, respectivamente. Debido a una población relativamente baja y a la presencia de industria pesada en el estado, la intensidad de carbono en Coahuila es mayor a la intensidad nacional pronosticada y se espera que se mantenga más alta en la base per cápita (nótese que estas intensidades de carbono excluyen las emisiones asociadas con las exportaciones de energía). Se espera que las intensidades de carbono se incrementen bruscamente durante el periodo del pronóstico como resultado económico (y el ingreso personal promedio esperado), incremento que conlleva a mayores niveles de consumo de energía. Ya que Coahuila tiene índices relativamente bajos de secuestro de carbono, la intensidad de carbono per cápita en el estado es aproximadamente la misma si es medida en base neta o bruta.

Considerando una base de resultados económicos, la intensidad de carbono de Coahuila se espera que continúe creciendo, mientras que se espera que la nacional decaiga ligeramente durante el periodo pronosticado. Es importante notar que estas intensidades de carbono se basan actualmente en extrapolación simple de los estimados de producto bruto estatales/ nacionales de los últimos 10 años, [19] y no de algún modelo sofisticado de la actividad económica futura.

[19] Datos estatales y nacionales para la producción económica annual para 2003-2013 estuvieron disponibles en INEGI: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/.

Figura 2-4. Intensidad de carbono per cápita de Coahuila

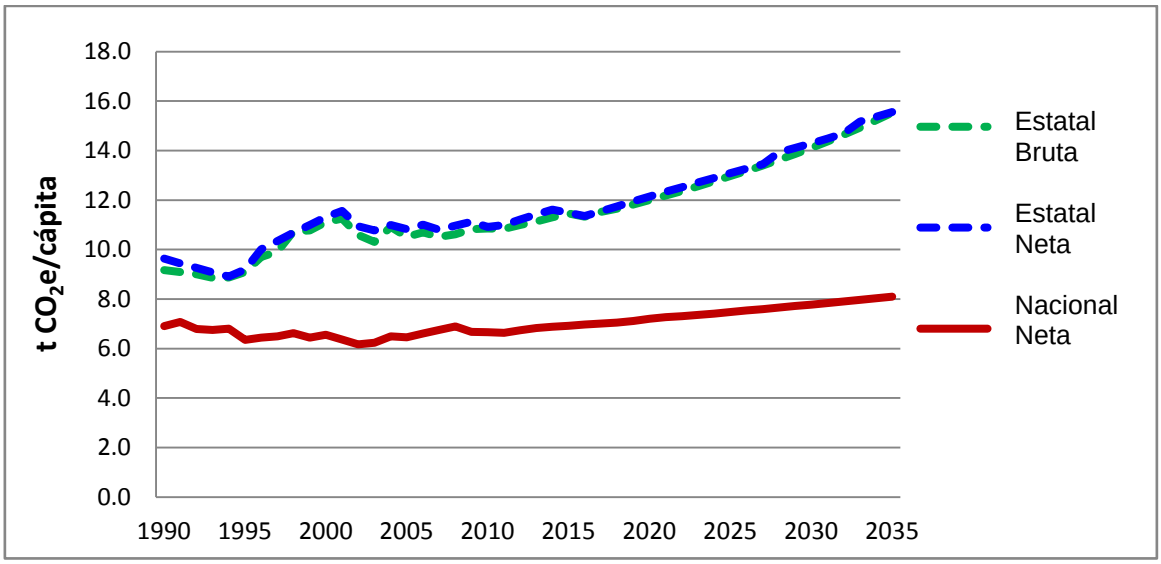
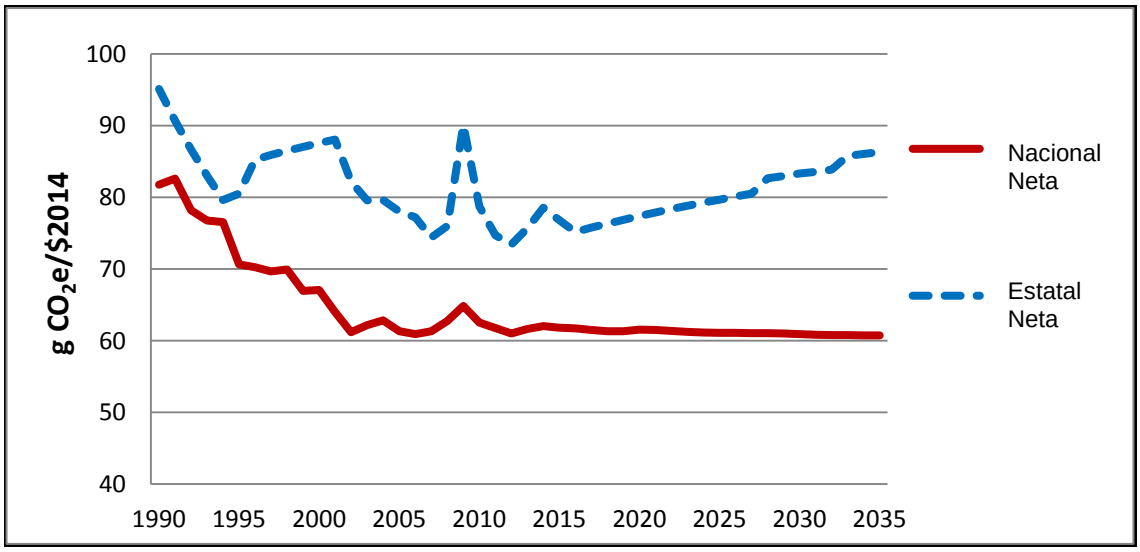


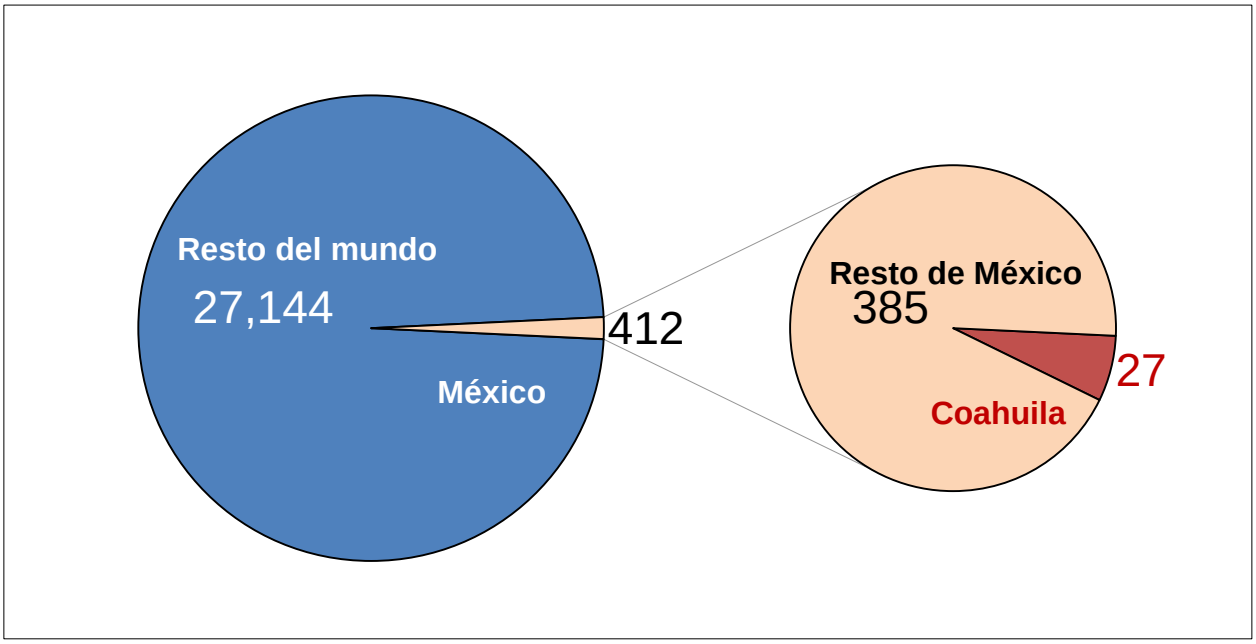
Figura 2-5. Intensidad de carbono de Coahuila por unidad de resultado económico



La Figura 2-6 provee una indicación del contexto nacional y global de las emisiones para Coahuila. Utilizando 2005 como año de referencia para las emisiones de dióxido de carbono solamente, 27,556 $TgCO_2$ fueron emitidas a nivel mundial. México emitió alrededor de 412 $TgCO_2$, que es más o menos el 1.5% de las emisiones mundiales. En Coahuila, se emitieron 27 $TgCO_2$ (si se incluyeran todas las emisiones del sector suministro de energía el valor sería de 38

$TgCO_2$). Esto representa aproximadamente el 6.6% de las emisiones de México.[20] Asumiendo que las emisiones futuras de México siguen el crecimiento de 2000 al 2010, las emisiones nacionales netas serán 1,147 $TgCO_2e$ en 2035. Coahuila contribuiría con el 4.8% de las emisiones nacionales aproximadamente en 2035 (55 $TgCO_2e$).[21]

Figura 2-6. Contexto nacional y global de 2005, CO_2 emisiones, $TgCO_2$



Información adicional reunida para el PECC Coahuila se presenta en los inicios de los Capítulos 4 al 8. En el Apéndice A se pueden encontrar detalles sobre los métodos y las fuentes de información utilizados durante la construcción de la línea base.

[20] Instituto de Recursos Mundiales – Herramienta de Indicadores de Análisis Climático, www.wri.org/tools/cait/ , consultado enero de 2013.
[21] Asume que la tasa de crecimiento nacional de 2000 a 2010 continúa hasta el 2030. Las emisiones históricas nacionales fueron tomadas de: *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*, http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf.

Capítulo 3
Plan Estatal Contra el Cambio Climático en Coahuila–Fase 2

3.1 Antecedentes y objetivos del proceso de la Fase 2

Desde 2009, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) ha estado apoyando asuntos relacionados al cambio climático en la región fronteriza. Durante 2009 y 2010, el Centro de Estrategias Climáticas (CCS) colaboró con expertos e instituciones en los seis estados mexicanos fronterizos en el desarrollo de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (año inicial 1990) y pronósticos al 2025 para Coahuila y otros estados fronterizos. Estas actividades del CCS se llevaron a cabo dentro del marco de colaboración entre la COCEF y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (INECC).

En 2010 y 2011, la COCEF patrocinó al CCS para trabajar en los estados de Baja California, Sonora y Coahuila para desarrollar la Fase 1 del PECC para cada estado. La Fase 1 del proceso del PECC para Coahuila se describió en el Capítulo 1. Un objetivo clave en la Fase 1 era identificar una lista de opciones de políticas de reducción de GEI de alta prioridad que pudieran ser analizadas en la Fase 2. La selección de estas opciones de políticas prioritarias en el proceso de la Fase 1 de cada estado fue diseñada para posibilitar el diseño detallado y el análisis técnico que sería llevado a cabo en la Fase 2.

Para el esfuerzo de la Fase 2 en Coahuila, se acordaron los siguientes objetivos:

- Mejorar la capacidad del estado para conducir la planeación de acciones climáticas, incluyendo el diseño y análisis de impacto directo (reducciones de GEI y costos sociales netos) de las opciones de políticas del clima.
- Desarrollar un PECC para Coahuila que incluya el diseño y análisis a nivel microeconómico (reducciones de GEI y costos/ ahorros) que pueden ser utilizadas para comenzar los esfuerzos de mitigación de GEI del estado enfocándose en las diecisiete políticas climáticas de mitigación seleccionadas para el análisis inicial durante la Fase 1, reconociendo que medidas adicionales o versiones más fuertes de las medidas iniciales seguramente serán requeridas con el tiempo. Ahora, con el Acuerdo de París en vigor, el nivel deseado de reducción de emisiones tanto en países desarrollados como en desarrollo, es más ampliamente conocido y aceptado. La búsqueda de las contribuciones de México a este esfuerzo global requerirá esfuerzos significativos de los gobiernos estatales. Aun cuando el establecimiento de objetivos para el estado no fue parte del esfuerzo de la Fase 2, Coahuila está ahora posicionado para evaluar su participación en lograr las reducciones de GEI nacionales y globales necesarias para coadyuvar en los niveles anticipados en el reciente Acuerdo de París.
- Preparar un borrador y un reporte final del PECC;

3.2 Instituciones participantes

La COCEF financió y patrocinó la Fase 1 del trabajo en los tres estados, como se ha descrito anteriormente. Luego la COCEF se asoció con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED) para ayudar a financiar y patrocinar el proceso de la Fase 2 en dos estados: Baja California y Coahuila. La COCEF y el Programa MLED entonces, enlazan al CCS para ayudar en la facilitación, capacitación y la prestación de apoyo técnico para el proceso de la Fase 2. Para este proceso de la Fase 2 del PECC Coahuila, las siguientes entidades se han unido como socios en este esfuerzo de colaboración:

- La Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) como la dependencia estatal del medio ambiente para la cual el PECC fue preparado;
- La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) como organización patrocinadora que proveyó financiación significativa para el proyecto;
- El Programa MLED de la Agencia USAID como segunda organización patrocinadora que proveyó financiamiento significativo para el esfuerzo;
- El Centro de Estrategias Climáticas (CCS) es una entidad sin fines de lucro que fue contratada por la COCEF y el Programa MLED para otorgar servicios técnicos, de facilitación y gestión de proyecto para desarrollar el PECC Coahuila.

3.3 Panel de expertos- Miembros y capacitación de CCS

Uno de los objetivos del proceso del PECC Coahuila era ayudar a desarrollar en el estado capacidades de análisis técnico para planeación de acciones relacionadas al clima. Con este fin, se conformó un panel de expertos local (PE) al comienzo del proceso del PECC. El proceso de adquisición de capacidades fue diseñado para ser un esfuerzo de “aprender haciendo” en el cual el CCS entrenara al PE en el diseño de políticas, análisis técnico, y otros temas fundamentales, como fuese necesario (ej. construcción de la línea base de GEI), y después compartieran el trabajo de ejecutar el análisis técnico de las recomendaciones de políticas seleccionadas. Enseguida se muestra una lista de los miembros del PE y sus sectores de especialidad. También se presenta un breve resumen de las iniciativas de capacitación que el equipo del CCS proporcionó al PE.

<u>Miembros del Panel de Expertos de Coahuila:</u>

- Dr. Alejandro Dávila, Universidad Autónoma de Coahuila. Coordinador Local, y Sector Transporte y Uso de Suelo
- Dra. Miriam Valdés Ibarra, Universidad Autónoma de Coahuila. Sectores Suministro de Energía, y Residencial, Comercial, Institucional e Industrial
- Dr. Antonio Escamilla Díaz, Universidad Autónoma de Coahuila. Sectores Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo, y Manejo de Residuos

Capacitación del CCS al Panel de Expertos:

El CCS impartió dos talleres presenciales para los miembros del PE y los representantes de los socios. Enseguida se presenta un breve resumen de cada sesión de entrenamiento:

- Taller de diseño de políticas de mitigación: Cuatro miembros del CCS viajaron a Saltillo para impartir la primera sesión de entrenamiento en mayo de 2015. El enfoque de este taller era entrenar al Panel de Expertos y los participantes invitados en el proceso de CCS de planeación paso a paso del PECC. Esto incluyó entrenamiento en el desarrollo de los siguientes elementos de la Plantilla de Opción de Política: descripción de la política, diseño de la política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, así como entrenamiento en el desarrollo de cadenas de causalidad para cada opción de política. Esta sesión de entrenamiento se diseñó para equipar a los miembros del PE con los elementos básicos requeridos para desarrollar la primera mitad de la Plantilla de Opción de Política para cada política antes de iniciar con el proceso de análisis para las políticas.

- Taller de Análisis Microeconómico de Políticas de Mitigación de Cambio Climático: Cuatro miembros del CCS viajaron a Saltillo para este entrenamiento que tuvo lugar en julio de 2015. El enfoque de esta sesión era proveer instrucción detallada sobre el análisis microeconómico (impactos directos) de las opciones de política en cada sector. Las sesiones abordaron el Memorándum de Cuantificación (enfocándose en la cuantificación de los costos netos y los efectos en GEI de los impactos microeconómicos de las políticas), supuestos comunes, formulación de los libros de trabajo de Excel, las fuentes de datos, necesidades de supuestos y metodología, exportación de los resultados para el análisis macroeconómico, y las exportaciones de datos para los traslapes intersectoriales y el análisis integral. Esto también incluyó discusiones sobre los roles, tareas, división del trabajo y agendas para la consecución de trabajos entre el CCS y el PE.

Adicionalmente a las sesiones de entrenamiento formales descritas arriba, los líderes de sectores de CCS pasaron tiempo extensivo en llamadas telefónicas trabajando con sus colegas del PE para entrenarlos en los detalles del diseño de política, el proceso de micro análisis, incluyendo el desarrollo de libros de trabajo de Excel y el desarrollo de plantillas de opción de política. De igual manera, los acompañaron revisando y comentando sobre el trabajo de los miembros del PE en las políticas individuales.

3.4 Grupo Asesor (GA) y Grupos Técnicos de Trabajo (GTT)

Grupo Asesor

Al comienzo de la Fase 2 del proceso del PECC la SEMA conformó un Grupo Asesor (GA) que sería responsable de participar como interesados clave en el proceso, y para revisar y aprobar el diseño de las opciones de política y los resultados de los análisis preparados por el PE y el CCS. El GA consta de 25 miembros que son especialistas en cambio climático y en los diversos sectores. Los miembros vienen del Gobierno, la iniciativa privada, la academia y la sociedad civil. Los miembros del GA se enlistan en el Capítulo 1.

La primera reunión oficial del GA se llevó a cabo el 15 de julio de 2015, para aprobar la selección y diseño de las opciones de política de más alta prioridad de aquellas recomendadas por el Panel de Expertos. La segunda reunión tuvo lugar el 1 de diciembre de 2015, para aprobar los Documentos de Opción de Política (DOPs) completos, así como los resultados del análisis de los impactos microeconómicos de las opciones de política para cada sector.

Grupos Técnicos de Trabajo

Al principio de la Fase 2 del proceso del PECC, se formaron cinco Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) basados en sectores para ayudar a asesorar al GA y al PE. Se conformaron con aproximadamente ocho miembros cada uno. Estos individuos son conocedores de los impactos sociales de las políticas y son especialistas en sus respectivos sectores económicos. Son funcionarios públicos de los tres niveles de Gobierno, empresarios, miembros de la academia o de organizaciones civiles. Los GTTs sostuvieron varias reuniones entre las reuniones del GA y fueron consultados sobre el desarrollo de los DOPs para cada sector, así como sobre los resultados de la cuantificación preliminar de las políticas.

3.5 Panorama general de la Fase 2. Metodología del análisis microeconómico

El análisis microeconómico (impactos directos) aborda dos impactos principales para la planificación de la acción climática: energía neta y los impactos de GEI y, los costos sociales directos netos. El CCS proporcionó al PE un Memorando Técnico "Principios y directrices para la cuantificación de las opciones de políticas" (véase el Apéndice B) que describe el enfoque general para llevar a cabo el análisis de cada política, dio ejemplos de impactos directos de las políticas que deben ser abordados, incluidos ejemplos de cálculos de GEI netos, y costos sociales netos directos, así como estableció las siguientes métricas de planificación, conceptos y parámetros clave:

- *Periodo de planeación:* 2016 – 2035; aunque el año inicial de implementación para cualquier política puede iniciar más tarde en el futuro que el 2016;
- *Potencial neto de reducción de GEI:* expresado como teragramos (Tg: un millón de toneladas métricas) de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) removido, incluyendo los efectos netos del secuestro de carbono, medido como un cambio incrementa comparado con una línea base pronosticada en un escenario sin cambio (ESC), donde denominaciones muy pequeñas de GEI se involucran usando toneladas métricas (tCO_2e);
- *Potenciales de Calentamiento Global (PCG):* consistentes con la línea base de GEI, PCGs de cien años para cada GEI del Segundo reporte de evaluación del IPCC;
- *Impactos económicos directos*: los dos criterios de evaluación clave son la rentabilidad (expresada en $/$tCO_2e$ eliminado); y los costos/ahorros sociales netos, presentados como el valor presente neto (VPN) de la corriente de costos/ahorros anualizados incurridos para implementar la política durante el período de planificación; estos análisis incluyen los costos de las opciones de política, como el ahorro de energía y el costo evitado de las inversiones en infraestructuras o servicios provenientes de mejoras en la eficiencia energética u otras medidas;
- *Año base financiero*: 2014;

- *Descuento o valor en el tiempo de los activos*: 5 %/año real and 7 %/año nominal, aplicado a los flujos netos de costos o ahorros en el horizonte de planificación del PECC Coahuila (año de aplicación - 2035);
- *Impactos de ciclo energético completo*[22]: por ejemplo, la evaluación de los GEI incluidos en el suministro de combustible, además de los procedentes de la combustión misma de combustibles (por ejemplo, para la gasolina, esto incluye las emisiones asociadas con la extracción de petróleo, procesamiento y transporte); y
- *Costos nivelados*: un método que promedia para comparar directamente los costos correspondientes a una tecnología contra otra.

Ver el Apéndice B para detalles. El apéndice también discute la diferencia entre los resultados de análisis de políticas "independientes" y los integrados.

- *"Independientes"*- estos resultados se cuantifican bajo el supuesto de que la política será la única que se implementará, y los impactos son evaluados bajo las condiciones del escenario sin cambios (ESC), (por ejemplo como se informa en la línea base de GEI);
- *Resultados Integrados* – estos abordan de manera separada:
    - *Resultados intrasectoriales:* estos resultados incorporan las rectificaciones de las reducciones estimadas de GEI y costos en situaciones en donde las políticas dentro de un sector se traslapan entre sí (por ejemplo, una política de promoción de la eficiencia energética en el aire acondicionado residencial y otra política de promoción de mejoras para estructuras de edificios residenciales);
    - *Resultados integrados intersectoriales*: los resultados se ajustan a cualquier interacción o traslape entre las políticas en diferentes sectores. El ejemplo más común aquí es para las políticas de demanda y suministro de energía eléctrica. En una situación en la que el ESC del sistema de suministro eléctrico se cambia significativamente como resultado de todas las políticas de oferta y demanda (por ejemplo, la intensidad de carbono de la mezcla marginal de recursos del sistema de suministro se ha reducido), entonces los impactos de GEI de las políticas de demanda tendrán que ser ajustados (en este caso, hacia abajo, para tener en cuenta la mezcla marginal de recursos más limpios). Se presenta más sobre este tema específicamente para el PECC Coahuila más adelante en este capítulo.

La Figura 3-1 proporciona un ejemplo de una cadena de causalidad desarrollada para una de las políticas analizadas para el PECC Coahuila (todas las políticas están documentados en las plantillas de política correspondientes en los Apéndices C-G). La cadena de causalidad identifica cada uno de los impactos intencionales y no intencionales de las políticas, y los subsecuentes impactos de GEI y de energía (cuadros verdes o rojos). Los impactos de GEI incluyen aquellos que fueron cuantificados durante el análisis microeconómico (aquellos con el símbolo de la estrella).

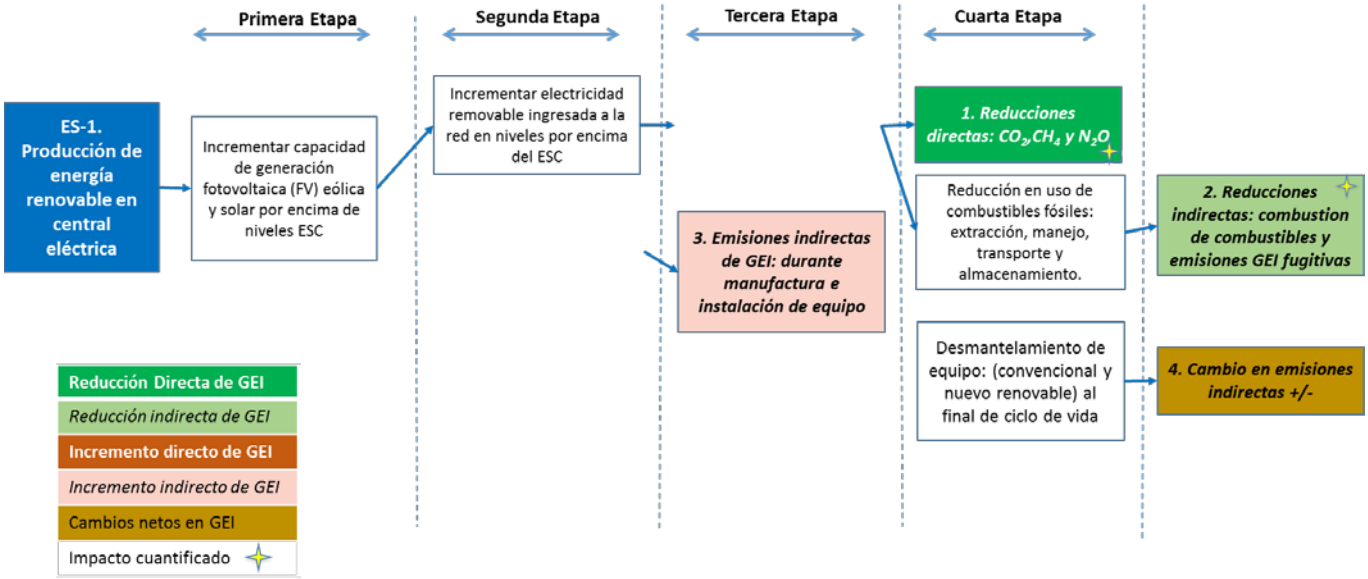
En este ejemplo, la implementación de la política: aumentará la capacidad instalada de generación con recursos renovables (eólica y solar fotovoltaica) en las centrales eléctricas centrales por encima de las condiciones del ESC (primera etapa). Esto se traducirá en un aumento de la

[22] Debido a las limitaciones de datos para México, se desarrollaron estimaciones a nivel de selección utilizando los factores de emisión de etapas anteriores para combustibles, basados en los datos nacionales de los Estados Unidos derivados del Departamento de Energía de Argonne National Labs Modelo GREET: https://greet.es.anl.gov/.

generación de energía renovable en la segunda etapa, en comparación con el ESC (segunda etapa). Como resultado, habrá una disminución (desplazamiento) en la generación de electricidad requerida de las plantas basadas en combustibles fósiles (tercera etapa). En la cuarta etapa, la reducción de emisiones tendría lugar en las plantas basadas en combustibles fósiles debido al desplazamiento en la generación (una reducción directa de emisiones, ya que ocurriría en el punto de combustión). Por otra parte, debido a las demandas más bajas de combustible para plantas de energía fósil (también en la cuarta etapa), hay reducciones indirectas adicionales en etapas anteriores de la cadena de suministro de combustible (por ejemplo, la extracción de carbón, petróleo y gas natural, el procesamiento y envío/transmisión).

Una consecuencia no intencional de la política se muestra en la segunda serie de eslabones de la cadena que se inicia en la etapa 2. Indirectamente, un aumento de las emisiones se produciría durante la fabricación e instalación de los recursos de generación renovables (aunque este aumento puede ocurrir fuera de Coahuila). Otro impacto no intencionado de la política también se muestra en la parte inferior de la cuarta etapa. Esto indica que se producirían emisiones durante el desmantelamiento de las centrales eléctricas de combustibles fósiles (potencialmente antes que en condiciones ESC), y para los nuevas que utilizan recursos renovables a las que se dirigen las políticas (por ejemplo, paneles fotovoltaicos o turbinas de viento y el equipo eléctrico asociado). Dependiendo del tamaño de los impactos de las emisiones entre desmantelamiento de las centrales convencionales y las nuevas de energías renovables, el impacto neto de GEI resultante podría ser positivo o negativo. Se espera que los impactos sin un símbolo de estrella sean relativamente pequeños y/o temporales, por lo que no se incluyeron en el análisis de los impactos directos.

Figura 3-1. Cadena de causalidad de reducciones de GEI para una política de energía renovable



3.6 Resumen de los resultados del análisis microeconómico del PECC Coahuila

La Tabla 3-1 a continuación presenta un resumen del análisis microeconómico para todas las políticas del PECC. Estos resultados se han ajustado con los traslapes e interacciones de políticas intra e inter-sectoriales, y por esta razón, estos resultados no siempre coinciden totalmente con los que se muestran para los análisis específicos de política documentados en los capítulos 4 a 8. Los traslapes y las interacciones intrasectoriales son aquellos que se producen entre las políticas del mismo sector. Las interacciones y traslapes intersectoriales ocurren entre las políticas de diferentes sectores (ver los capítulos sectoriales respectivos para obtener detalles sobre los traslapes e interacciones). Los resultados para cada política incluyen:

- reducciones anuales de GEI esperadas en 2025 y 2035;
- reducciones acumuladas en el estado de 2016 - 2035;
- reducciones totales acumuladas de 2016 - 2035; [23]
- valor presente neto (VPN) de los costos sociales directos o ahorros en millones de pesos de 2014;
- rentabilidad de la política: calculada como el valor presente neto dividido entre el total de las reducciones de GEI acumuladas.

La Figura 3-2 y los resultados tabulares asociados a continuación ofrecen un resumen de las reducciones por sector de las políticas del PECC, en comparación con la línea base de GEI. Como se muestra en esta tabla, la mayor parte de las reducciones se atribuyen a los sectores ES y RCII (alrededor del 79% del total de las reducciones de GEI acumuladas al año 2035). Las políticas del sector TLU contribuyen con alrededor del 11% del total de las reducciones de GEI acumulados al 2035. Se espera que las políticas del sector AFOLU y WM contribuyan otro 10% en el total de reducciones de GEI acumuladas hasta el año 2035. Sin embargo, las reducciones de GEI esperadas estimadas para las políticas del PECC están generalmente en línea con las contribuciones de emisiones esperadas de cada sector - combinados, los sectores de Transporte, AFOLU y WM, se espera que contribuyan con solamente alrededor del 15% de las emisiones proyectadas hacia 2035.

Los resultados generales mostrados en la Figura 3-2 indican que se necesitará más trabajo en la mitigación de GEI en Coahuila antes de que la curva de emisiones esperada se aplane o se incline hacia una trayectoria descendente (es decir, las emisiones todavía están lejos de alcanzar un máximo en el año 2035). Por lo tanto, más políticas, o políticas más estrictas, o ambas, serán necesarias en el PECC.

La Contribución Intencional Determinada Nacionalmente de México (INDC) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) incluye un compromiso incondicional para reducir el ESC de las emisiones de GEI y carbono negro (CN) en un 25% para

[23] Por ejemplo, éstas incluyen las emisiones anteriores en el ciclo de energía que pudieran no ocurrir dentro de los límites geográficos del estado.

el año 2030[24]. Este compromiso implica una reducción de gases de efecto invernadero en un 22% y una reducción de CN en 51%. El INDC es consistente con la intención de México para reducir las emisiones de GEI en un 50% para el 2050 con respecto a una línea base año 2000.

En la Conferencia de París sobe el Clima en diciembre del año 2015 (COP21), 195 países acordaron que la mitigación de GEI debería reducir el aumento previsto de la temperatura media mundial a muy por debajo de 2 grados centígrados (ºC), y que apuntar a un aumento de no más de 1.5ºC, ya que esto reduciría significativamente los riesgos e impactos del cambio climático. [25] Colectivamente hasta la fecha, no se espera que los INDCs presentados por todas las naciones mantengan el aumento de temperatura por debajo del umbral de 2°C.

Se necesitarán reducciones significativas de GEI de cada uno de los estados de México con el fin de que el país alcance sus objetivos de reducción previstos. Los gráficos de las intensidades de carbono mostradas en el Capítulo 2 (Figuras 2-4 y 2-5) indican que las intensidades de las emisiones de Coahuila (tanto per cápita y por unidad de PIB) son más altas que las nacionales en su conjunto. Esto implica que la reducción de emisiones en Coahuila puede necesitar ser mayor que en otros estados para que se cumplan los compromisos nacionales. Dentro de este contexto, el presente PECC inicial de Coahuila prepara el escenario para el futuro desarrollo de las políticas de mitigación adicionales y el potencial fortalecimiento de las políticas adoptadas en este plan.

[24] http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Mexico/1/MEXICO%20INDC%2003.30.2015.pdf. (México indica que los compromisos están sujetos al apoyo de los países en desarrollo).
[25] Comisión europea: http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/index_en.htm.

Tabla 3-1. Resumen del análisis microeconómico de las políticas y resultados del PECC Coahuila (Parte 1)

ID de política	Título de política	2025 Reducciones internas del estado anuales ($TgCO_2e$)	2035 Reducciones internas el estado anuales ($TgCO_2e$)	Acumuladas internas 2016-2035 ($TgCO_2e$)	Acumuladas totales 2016-2035 ($TgCO_2e$)	VPN Costos/ ahorros 2016-2035 ($2014MM)	Costo Beneficio ($2014/$tCO_2e$)
ES-1.	Suministro de producción de electricidad renovable en central eléctrica	(0.92)	(1.31)	(18.5)	(25)	($2,179)	($89)
ES-2.	Energía fotovoltaica en edificios residenciales	(0.034)	(0.054)	(0.64)	(0.82)	($304)	($369)
ES-3.	Energía fotovoltaica en edificios públicos	(0.015)	(0.021)	(0.27)	(0.35)	($124)	($352)
ES-4.	Energía fotovoltaica en edificios comerciales e industriales	(0.078)	(0.15)	(1.6)	(2.1)	($983)	($458)
ES-5.	Cogeneración en el sector industrial	(0.12)	(0.22)	(2.4)	(2.4)	($1,614)	($670)
	Totales del sector suministro de energía	**(1.2)**	**(1.8)**	**(23)**	**(30)**	**($5,203)**	**($172)**
RCII-1.	Códigos y normas de construcción	(0.025)	(0.049)	(0.51)	(0.65)	($855)	($1,311)
RCII-2.	Incrementar eficiencia energética en nuevas construcciones- Equipamiento	(0.014)	(0.029)	(0.29)	(0.38)	($601)	($1,590)
RCII-3.	Incrementar eficiencia energética en construcciones existentes excl. sector industrial- Equipamiento	(0.72)	(1.2)	(14)	(18)	($21,262)	($1,206)
RCII-4.	EE equipo y procesos en sector industrial	(0.18)	(0.54)	(4.3)	(5.5)	($7,200)	($1,307)
	Totales del sector Residencial, comercial, institucional e industrial	**(0.94)**	**(1.8)**	**(19)**	**(24)**	**($29,918)**	**($1,238)**

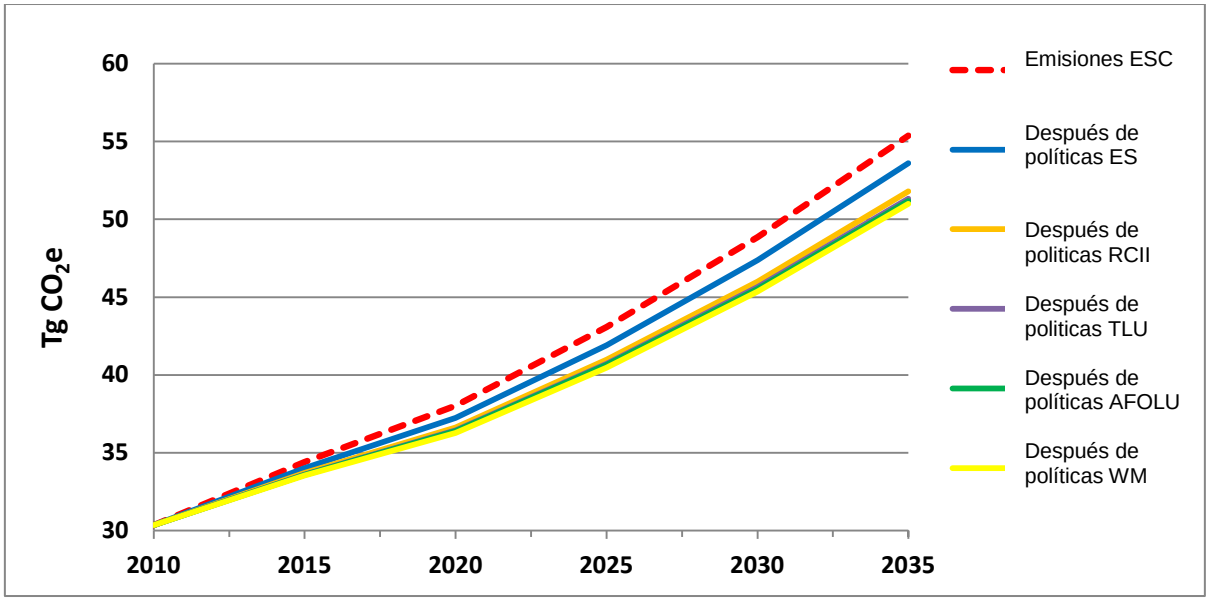
Todos los valores están ajustados por traslapes e interacciones intra e intersectoriales

Tabla 3-1. Resumen del análisis microeconómico de las políticas y resultados del PECC Coahuila (Parte 2)

ID de política	Título de política	2025 Reducciones internas del estado anuales ($TgCO_2e$)	2035 Reducciones internas el estado anuales ($TgCO_2e$)	Acumuladas internas 2016-2035 ($TgCO_2e$)	Acumuladas totales 2016-2035 ($TgCO_2e$)	VPN Costos/ ahorros 2016-2035 ($2014MM)	Costo Beneficio ($2014/$tCO_2e$)
TLU-1.	Índice de densidad urbana	(0.068)	(0.12)	(1.3)	(1.7)	($3,025)	($1,776)
TLU-2.	Movilidad urbana sustentable	(0.19)	(0.35)	(4.3)	(5.6)	($30,201)	$(5,428)
TLU-3.	Flotilla gubernamental energéticamente eficiente	(0.000051)	(0.000088)	(0.00095)	(0.0012)	$3.7	$3,004
Totales del sector transporte y uso de suelo		**(0.26)**	**(0.47)**	**(5.6)**	**(7.3)**	**($33,222)**	**($4,572)**
AFOLU-1.	Gestión del estiércol de Ganado lechero	(0.026)	(0.055)	(0.74)	(1.8)	$285	$159
AFOLU-2.	Silvicultura urbana	(0.0024)	(0.0066)	(0.058)	(0.061)	$7.9	$130
AFOLU-3.	Silvicultura rural	(0.042)	(0.084)	(0.88)	(0.88)	$115	$131
Totales del sector Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo		**(0.071)**	**(0.15)**	**(1.7)**	**(2.7)**	**$408**	**$150**
WM-1.	Metano de rellenos sanitarios	(0.13)	(0.13)	(2.1)	(2.2)	($153)	($71)
WM-2.	Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación	(0.037)	(0.051)	(0.76)	(0.98)	($2,082)	($2,133)
Totales del sector manejo de residuos		**(0.17)**	**(0.19)**	**(2.9)**	**(3.1)**	**($2,235)**	**($712)**
Resultados totales integrados del plan		**(2.6)**	**(4.4)**	**(53)**	**(68)**	**($70,171)**	**($1,039)**

Todos los valores están ajustados por traslapes e interacciones intra e intersectoriales

Figura 3-2. Reducciones de GEI por sector para las políticas del PECC Coahuila

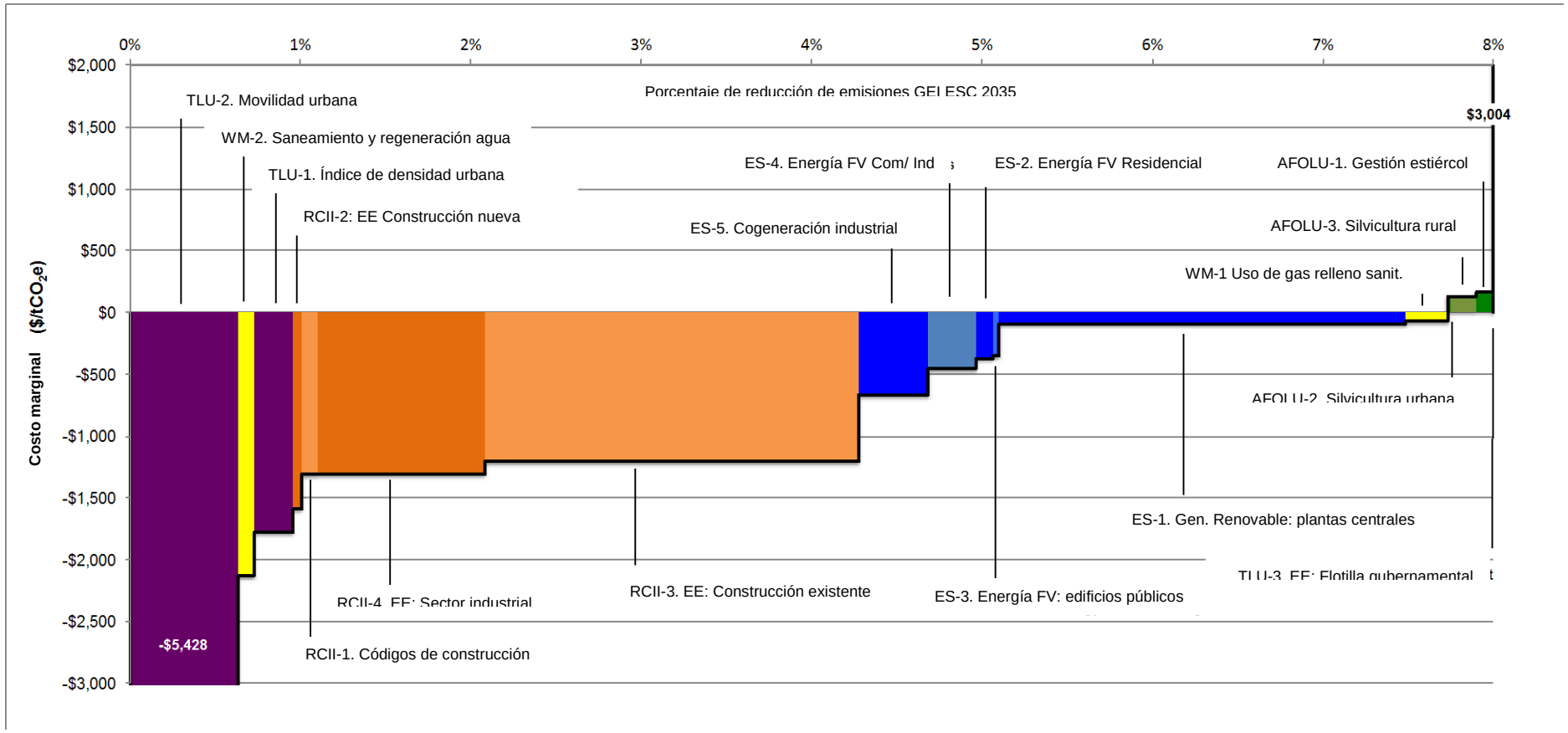


Emisiones netas ($TgCO_2e$)										
Emisiones/ Reducción de emisiones	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**
Emisiones de GEI proyectadas	19	20	26	27	30	34	38	43	49	55
Reducciones de acciones recientes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07
Emisiones proyectadas de GEI después de acciones recientes	19	20	26	27	30	34	38	43	49	55
Reducciones del plan: Sector ES					0.0	*0.4*	*0.8*	*1.2*	*1.5*	*1.8*
Emisiones proyectadas con políticas ES					30	34	37	42	47	54
Reducciones del plan: sector RCII					0.0	*0.3*	*0.6*	*0.9*	*1.4*	*1.8*
Emisiones proyectdas con políticas ES/RCII					30	34	37	41	46	52
Reducciones del plan: sector TLU					0.00	*0.1*	*0.2*	*0.26*	*0.4*	*0.47*
Emisiones proyectadas con políticas de ES/RCII/Industria/TLU					30	34	36	41	46	51
Reducciones del plan: sector AFOLU					0.0	*0.0*	*0.0*	*0.07*	*0.1*	*0.15*
Emisiones proyectadas con políticas de ES/RCI/Industry/TLU/AF					30	34	36	41	46	51
Reducciones del plan: sector WM					0.00	*0.1*	*0.1*	*0.17*	*0.2*	*0.19*
Emisiones proyectadas con todas las políticas					30	34	36	40	45	51
Total de reducciones de GEI de políicas del plan					*0.0*	*0.9*	*1.7*	*2.6*	*3.5*	*4.4*

Emisiones netas ($TgCO_2e$)										
Emisiones / Reducción de emisiones	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**
Emisiones después de políticas del plan cuantificadas	**19**	**20**	**26**	**27**	**30**	**33**	**36**	**40**	**45**	**51**
Los valores en rojo son interpolados de los resultados del análisis microeconómico.										

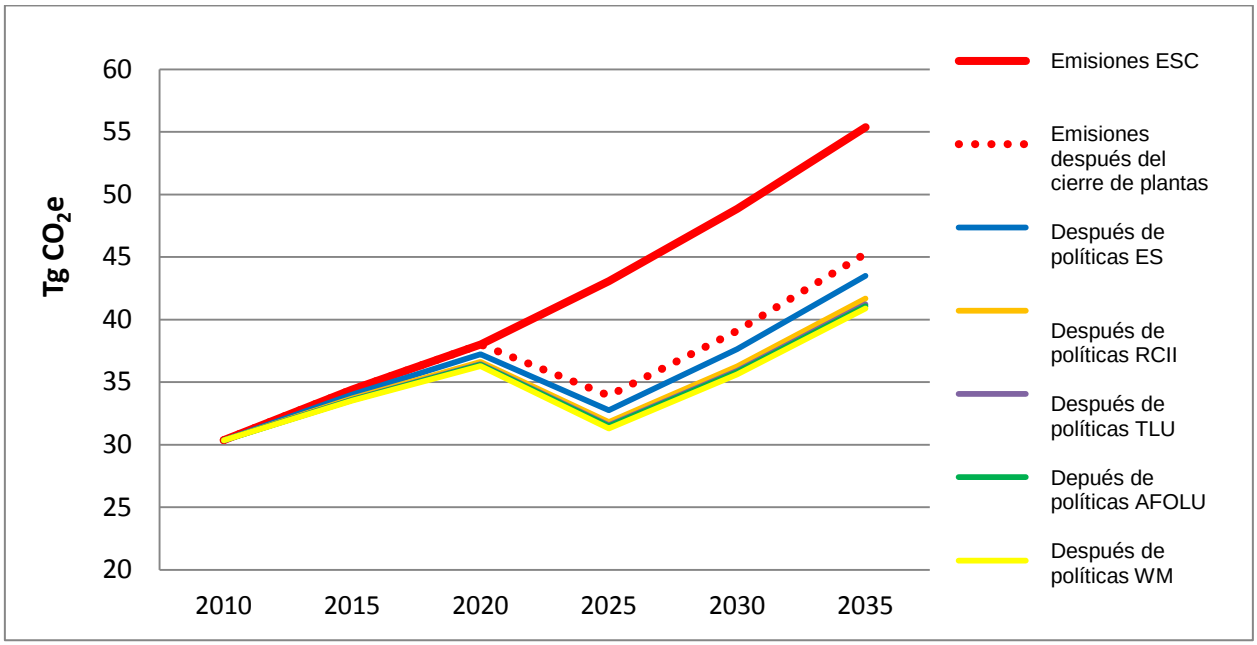
La Figura 3-3 proporciona la curva de costos marginales de abatimiento (CCMA) para las políticas del PECC Coahuila. Las políticas se jerarquizan por su rentabilidad a lo largo del eje Y. La longitud de la línea para cada política indica su contribución a la reducción de las emisiones del ESC en 2035 (sobre una base porcentual). Como se muestra en el extremo derecho de la gráfica, las reducciones totales para las políticas del PECC se estiman en aproximadamente el 8% de las emisiones del ESC en 2035. Se espera que casi todas estas reducciones provengan de políticas que alcancen un ahorro neto en los costos sociales (todas las políticas a la izquierda de AFOLU-2 en la Figura 3-3).

Figura 3-3. Curva de reducción marginal de costo para el PECC Coahuila



En cuanto al posible cierre de las dos plantas eléctricas de carbón en el estado, los impactos potenciales en relación con los resultados finales del PECC presentados en la Figura RE-9 en el Resumen Ejecutivo se muestran en la Figura RE-10 a continuación. Este gráfico muestra un cambio sustancial a la baja en las emisiones del ESC (alrededor de 10TgCO_2e) tras el cierre de ambas plantas en 2025, antes de que el crecimiento de las emisiones (en todos los sectores) empuje más alto las emisiones en los años siguientes. Los impactos de las políticas del PECC siguen siendo similares a los mostrados en la figura RE-9, ya que la electricidad que se espera se compense con las políticas de reducción de emisiones/ eficiencia energética no ha cambiado (es decir, todavía espera que sea sobre todo generación de ciclo combinado de gas natural). Por lo tanto, doblar la curva de emisiones todavía requerirá aplicar medidas adicionales o reforzadas en el PECC.

Figura RE-10. Reducciones de GEI a nivel estado para el PECC Coahuila considerando cierre de plantas de carbón en 2025



Por lo tanto, una política a nivel estatal para trabajar con el Gobierno Federal en un plan para el cierre de las plantas de carbón, podría reducir la intensidad de carbono de Coahuila en el suministro de electricidad, y sus emisiones totales de forma sustancial. Los impactos que se muestran en la Figura RE-10 suponen que la nueva generación en forma de centrales de ciclo combinado de gas natural sería construida para compensar la pérdida de producción sólo al nivel necesario para la demanda de electricidad de Coahuila. Por lo tanto, otros estados que dependen de la electricidad importada de Coahuila también deben participar en el desarrollo e implementación de una política de este tipo.

3.7 Detalles sobre la evaluación de los traslapes e interacciones intersectoriales

El área más común para que ocurran traslapes o interacciones intersectoriales tendrá lugar entre las políticas del sector de suministro de energía y cualquiera en los sectores de la demanda (es decir, todos los demás sectores, pero más comúnmente en RCII). Los *traslapes* se producen cuando dos políticas diferentes están impactando la misma actividad de consumo de energía, y por lo tanto, las reducciones de emisiones potenciales se contabilizan doblemente. Una *interacción* frecuente entre la oferta y la demanda de electricidad se refiere a los supuestos iniciales (ESC) sobre la intensidad de carbono y el costo de la mezcla marginal de recursos y si esos supuestos siguen siendo válidos después de la implementación de todas las políticas de oferta y demanda. Esta re-evaluación de la mezcla marginal de recursos se aborda en detalle en la subsección siguiente.

Traslapes intersectoriales que han sido identificados en las políticas del PECC Coahuila son:

- ES-3 [Energía fotovoltaica (FV) en edificios públicos], y ES-4 (Energía FV en edificios comerciales e industriales) se superpone con las políticas de eficiencia energética RCII-1 a RCII-3: los objetivos de la política para la producción de energía fotovoltaica en ES -3 y ES-4 se especifican en términos de porcentaje del consumo de electricidad; y la aplicación de RCII-1 a -3 reducirá el consumo futuro. Por lo tanto, la cantidad de energía FV requerida para implementar ES-3 y ES-4 se reduce junto con las reducciones potenciales de GEI y costos. El nivel de traslape de las políticas de ES-3 y RCII fue mucho mayor que aquel para ES-4. Para ES-3, el nivel de traslape se calcula que va del 3% en 2016 al 28% en 2035. Para ES-4, el nivel de traslape se estima que oscila entre el 1% en 2021 al 4% en 2035.
- AFOLU-2, que aborda la silvicultura urbana, incluye los beneficios de ahorro de energía, los beneficios de GEI asociados y costos de implementación. Estos impactos de energía para el sombreado y protección contra el viento de edificios, se traslapan con impactos de las políticas RCII-2 y -3 que abordan la eficiencia energética en los edificios residenciales y comerciales (a través nuevos códigos y normas, y electrodomésticos y equipamiento más eficientes). Por lo tanto, hay un traslape potencial en los impactos de las políticas donde se implemente AFOLU-2 y una o dos de las políticas de RCII también.
- Para RCII-1 (códigos de construcción), éstos se aplicarán a nuevas construcciones y remodelaciones mayores de construcciones existentes. Asimismo, la política no se ve incrementada por completo hasta entre el 2025 y el 2030. Como resultado, la cantidad de traslape es relativamente pequeña, así que no se hicieron ajustes por este concepto.
- Para RCII-2, referente a electrodomésticos de eficiencia energética, se supuso que las reducciones en la intensidad energética de la construcción que deben alcanzarse mediante la política, también reducirían los beneficios esperados de la protección de sombreado/ viento en la construcción logrados por AFOLU-2. Para desarrollar las estimaciones del nivel de traslape, se supuso que el 50% de las reducciones de la intensidad energética en la construcción se lograrían a través de equipos de aire acondicionado más eficientes instalados mediante la aplicación de RCII-2. Después de contar la proporción de la población que reside Coahuila en climas cálidos versus la que reside en climas frescos y el

porcentaje de uso de electricidad dedicada al aire acondicionado, un nivel de traslape podría calcularse para el beneficio de la electricidad de AFOLU-2. El rango de este traslape fue de 1% en 2016 al 16% en 2035 (el beneficio de reducción de la electricidad AFOLU-2 se redujo en esta cantidad en los resultados ajustados). Los resultados de este ajuste *intersectorial* se incluyeron en la estimación global de los impactos directos del PECC Coahuila.

Reevaluación de la mezcla marginal de recursos del suministro de electricidad

Típicamente, esto puede ocurrir cuando las políticas del sector de la demanda están logrando reducciones en la demanda de energía mediante la eficiencia energética (EE) o con la adición de recursos renovables de energía (RR) a la red (los sectores de demanda son RCII, TLU, AFOLU y WM). Los impactos y costos de todas las políticas relacionadas con la electricidad (tanto de oferta y demanda) que reducen las cargas futuras esperadas de la red eléctrica se miden contra una "mezcla marginal de recursos" definida en un ESC. La mezcla marginal de recursos se refiere a la porción del total del sistema de suministro de electricidad que respondería a los cambios en una demanda reducida en la red (como resultado de EE o nuevas adiciones de RR). Típicamente, la mezcla marginal de recursos excluye fuentes que se consideran como fuentes de suministro "imprescindibles", como las plantas nucleares (éstas no pueden fácilmente encenderse/apagarse, o por otras razones, no serían cerradas). Los recursos renovables (eólica, solar, hidráulica, geotérmica) son también a menudo excluidos de la mezcla marginal de recursos, ya que esencialmente el combustible para ejecutarlos es gratis. Se espera que los recursos marginales sean aquellas plantas con los costos operacionales más altos.

Un concepto importante para la comprensión de las reducciones “dentro del estado” de los impactos relacionados con la oferta/demanda de electricidad, es primero recordar que la línea base de GEI para el subsector de suministro de electricidad (ES) se construye sobre la base del consumo. Esto significa que las emisiones y reducciones de las emisiones se atribuyen al punto de consumo eléctrico, más que al punto de generación. La línea base se construyó basándose en estadísticas de generación de las fuentes de generación del Estado, aunque la demanda de Coahuila se basa en una red regional más amplia. Puesto que los datos relativos a cuáles recursos de generación se asociaron con las exportaciones netas del estado no estaban disponibles, se asumió que la intensidad de carbono de la energía exportada era igual a la media de la energía producida en el estado.

La Figura 3-4 proporciona un resumen del pronóstico de generación neta de recursos de generación de Coahuila. A modo de comparación, el pronóstico de la CFE para la generación neta dentro de la región noreste de México (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas) se muestra en la Figura 3-5. Ese pronóstico indica una dependencia fuerte y creciente en las tecnologías de ciclo combinado de gas natural.

Figura 3-4. Generación de electricidad pronosticada en Coahuila ESC

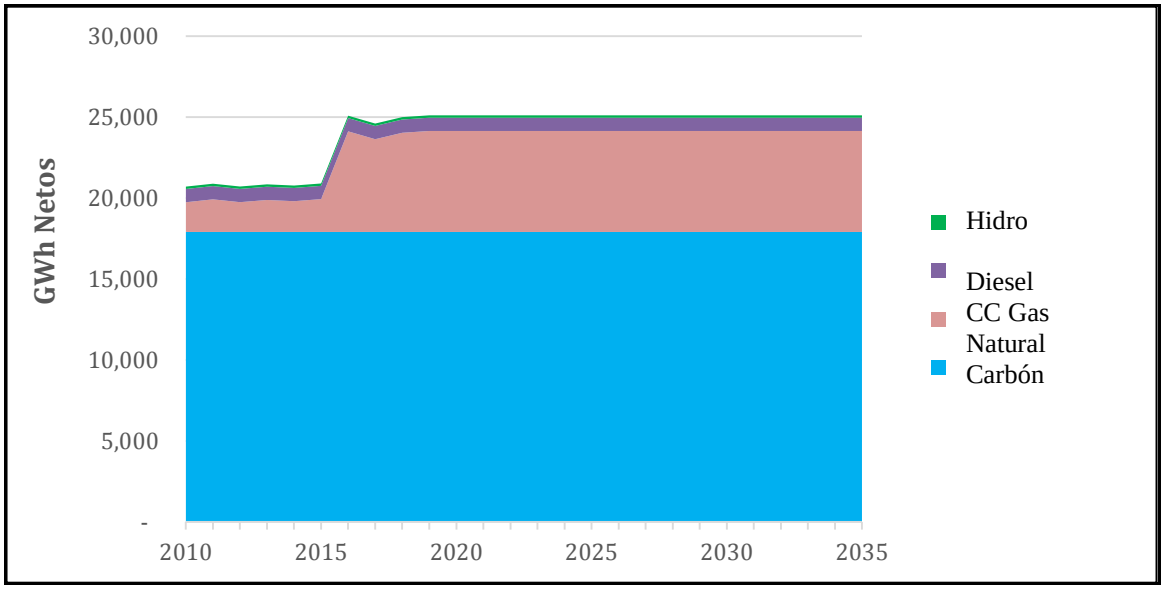
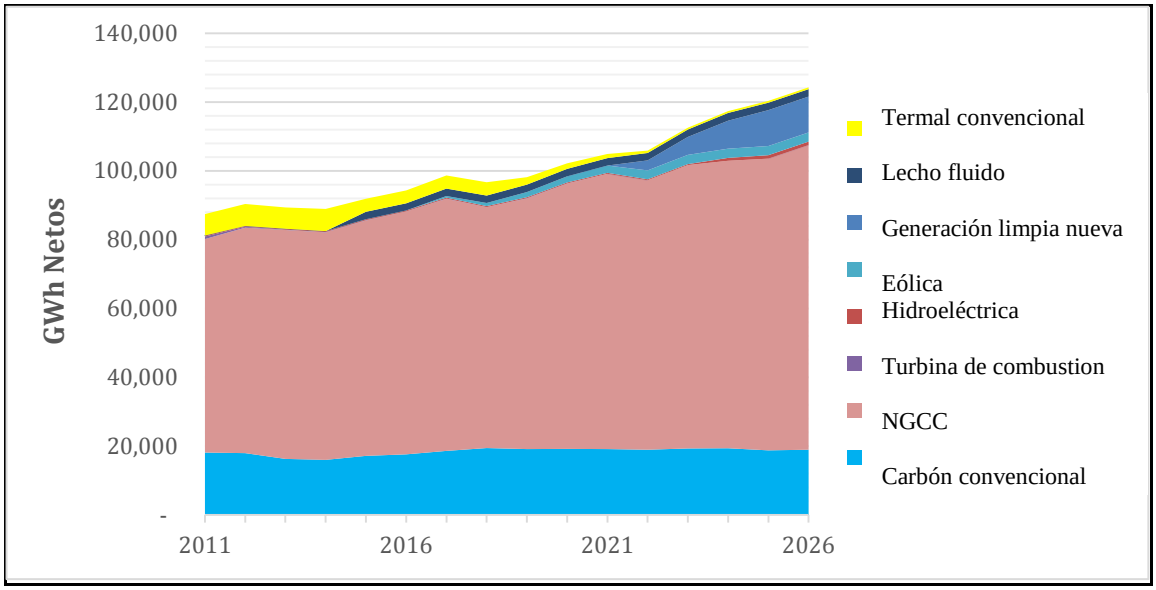


Figura 3-5. Generación pronosticada por CFE para la región noreste



La segunda cuestión necesaria para la comprensión de las reducciones "dentro del estado" de los impactos relacionados con la oferta/demanda de electricidad se refiere a cómo se define la mezcla marginal de recursos para el sistema eléctrico. Como se señaló anteriormente, la mezcla marginal de recursos se refiere a la porción del sistema eléctrico que respondería a cada aumento o disminución incremental de la carga. Para el PECC Coahuila, se definió que la mezcla marginal de recursos que se compone principalmente de las plantas de energía de ciclo combinado de gas natural (CCGN), siendo el resto una pequeña cantidad de plantas de turbinas de combustión a diesel. En general, estas plantas tienen menores intensidades de carbono a la media del estado

(debido a la presencia de las dos grandes centrales de carbón). Ya que las políticas de eficiencia energética provocarán reducciones de la carga en primer lugar en la generación en la mezcla marginal de recursos, las reducciones de las emisiones asociadas a tal política serán menores que la que se calculan utilizando el promedio de intensidad de carbono para el estado. Los costos de generación evitados por una política de EE también se basarían en la mezcla marginal de recursos, y no en los costos medios de generación para el estado (los recursos marginales tienden a tener mayores costos de funcionamiento que las centrales de base).

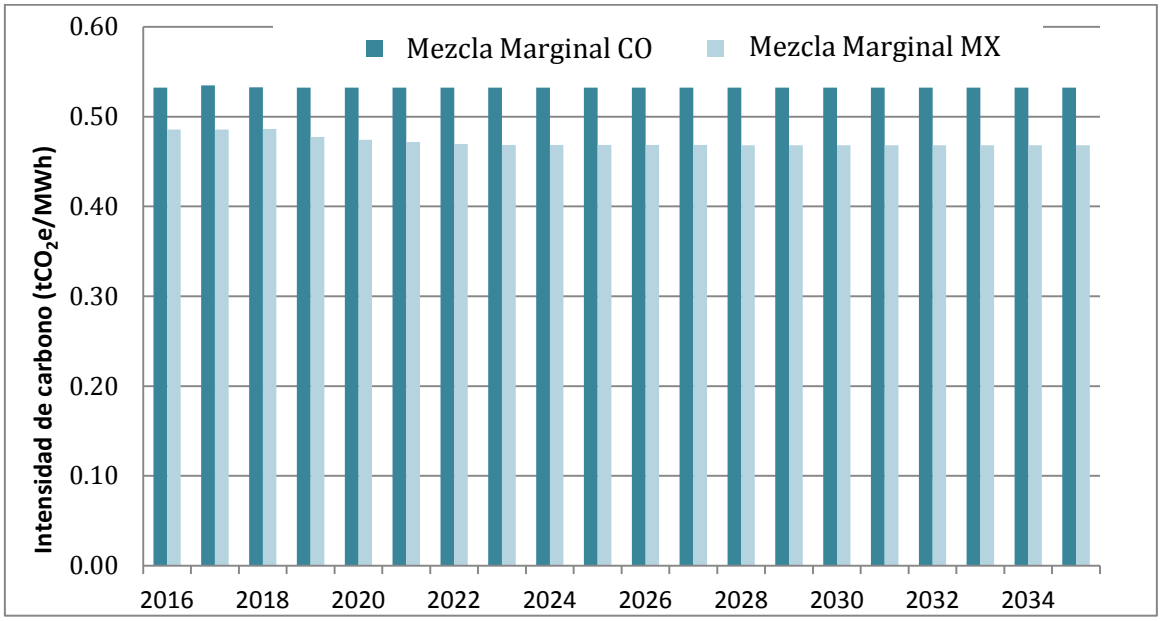
Por último, mientras que atribuimos todas las reducciones de gases de efecto invernadero y los costos al punto de consumo de electricidad, se debe entender que, dado que el estado se sirve de una red nacional mucho más grande, *la reducción de emisiones proveniente de la reducción de necesidades de generación de recursos marginales también podrían ocurrir en plantas situadas fuera de los límites geográficos del estado*. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si todos los recursos marginales dentro del estado fueran tomadas fuera de línea para equilibrar con reducciones de carga, las plantas de carga base que quedan siguieran funcionando a plena capacidad, y se requirieran reducciones de carga adicionales. En este caso, las reducciones de carga adicionales tendrían que venir de plantas fuera del estado en el margen. Por las consideraciones regionales de balanceo de carga, estas plantas probablemente se encontrarían situadas en estados cercanos asociados con la mezcla regional mostrada en la Figura 3-5.

Para el PECC Coahuila, la Figura 3-4 de arriba muestra la generación de electricidad neta pronosticada por tipo de combustible en el ESC. En esta figura, *se considera que es el recurso marginal es la totalidad de la generación basada en gas natural y diesel*. Esta definición del recurso marginal se basa tanto en los gastos de funcionamiento, así como la relativa facilidad en el aumento o reducción gradual de estas plantas para que coincidan con la carga (en comparación con las grandes plantas de carbón convencionales).

Para las políticas del PECC, se midieron todos los impactos de GEI comparándolos a una intensidad de carbono ESC para la generación con gas natural y diesel. La intensidad de carbono de la mezcla marginal de recursos de Coahuila se estimó en 0.532 tCO_2e/MWh en 2016, con muy poca variabilidad hasta el año 2035 (como se muestra en la Figura 3-6 a continuación). Las intensidades de carbono se obtienen a partir de los pronósticos de generación neta y las emisiones de GEI por unidad de generación de la línea base de ES. Enseguida de la mezcla marginal de recursos de Coahuila, se proporciona una comparación de los recursos marginales supuestos para la región noreste de México ("Mezcla marginal MX"). Se espera que la mezcla marginal MX sea aún más dominada por CCGN, pero además de un pequeño uso de turbinas de combustión, también hay una pequeña cantidad de plantas termoeléctricas convencionales (que para este análisis se supone utilicen combustibles). [26] Las intensidades de carbono de las dos mezclas de recursos marginales son similares a la mezcla MX, que se estima en el rango del 9 al 13% más bajo que la mezcla de Coahuila.

[26] Comisión Federal de Electricidad; Sistema de Información Energética, Secretaría de Energía, Evolución de la generación bruta por tecnología y región al 2026, Servicio Público.

Figura 3-6. Intensidades de carbono para las mezclas marginales de recursos de Coahuila y regional de México



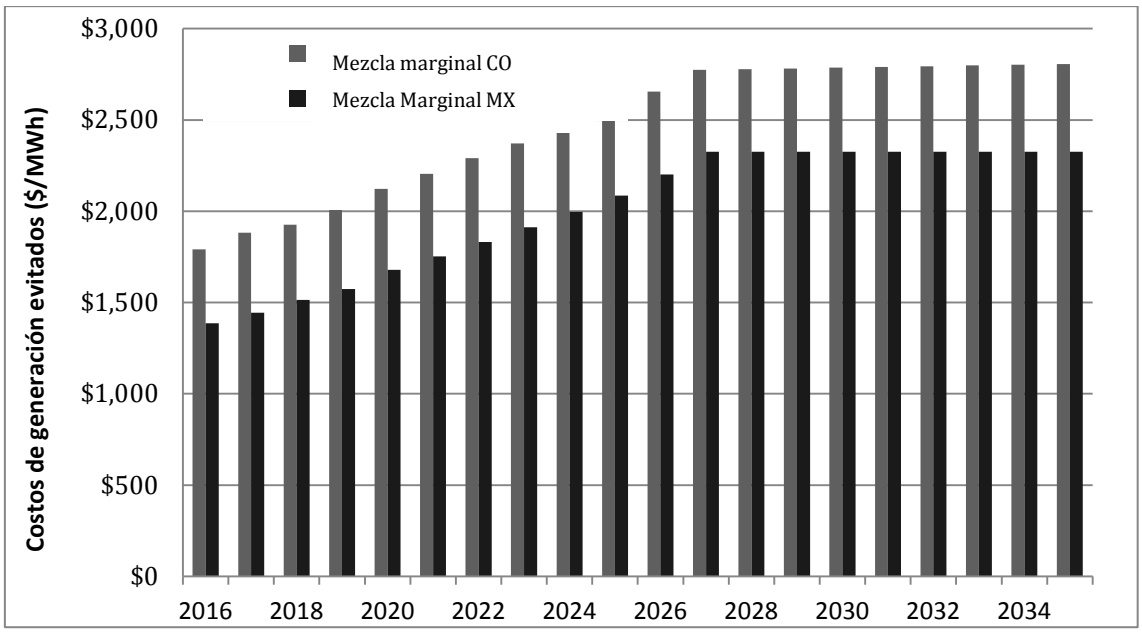
Para cuantificar los beneficios económicos directos de las políticas de EE / RE, se necesitaron estimaciones de los costos de generación evitados para los recursos marginales. Los costos del sistema de recursos marginales de Coahuila se estimaron en $ 1,792/MWh en 2016 y se elevan a $2,807/MWh para el año 2035 (en su mayoría debido a los incrementos esperados en los precios del gas natural). [27] Estos valores se muestran en la Figura 3-7, junto con los de la mezcla marginal MX. Los costos marginales de la mezcla MX son ligeramente inferiores a las de la mezcla de Coahuila. Estos corren alrededor del 29% más bajo a principios del período de pronóstico a alrededor del 21% en 2035. Estos costos más bajos son impulsados por los niveles más altos de CCGN en la mezcla marginal MX. Se espera que los precios proyectados del gas natural sean mucho menores que el diesel y la gasolina a lo largo del período de planificación (véase la Figura 3-8). Nótese que los cálculos tanto de la intensidad de carbono como de los costos del sistema evitados asumen una tasa de pérdida del 10.7% en la transmisión y distribución (T&D) durante todo el periodo de pronóstico (consistentemente con la línea base de ES).

Si el impacto total de todas las políticas del PECC en todo el sistema (ahorro de electricidad + nueva generación - nueva demanda) excede la mezcla marginal de recursos, los valores utilizados inicialmente durante el análisis “independiente” de las políticas para la intensidad de carbono y los costos evitados podría requerir un ajuste. Estos ajustes responderían a un conjunto diferente de recursos (en este caso, recursos más allá de las fuentes de gas natural y diesel de Coahuila) que

[27] Costos de generación: fuente Sección 4.4 de *Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión del Sector Eléctrico*, edición 32, CFE, 2012. Costos del gas natural al mayoreo: precio de venta de primera mano del gas natural en la ciudad de Pemex, datos hasta 2013. Pronosticados basados en una tasa de crecimiento anual de 1.8% en los suministros estadounidenses del Departamento de Energía de EE.UU., Administración de Información de Energía, *Annual Energy Outlook 2014*.

serían rechazados o desmantelados para dar cabida a los cambios en la carga provocada por la implementación de las políticas del plan.

Figure 3-7. Costos de generación evitados para las mezclas marginales de recursos de Coahuila y regional de México



La Figura 3-9 muestra una comparación de la mezcla marginal de recursos y los impactos totales de las políticas del PECC en el sistema eléctrico. "Total de impactos" aquí se refiere a la suma de los cambios en la carga del sistema provocados por una nueva eficiencia energética y por proyectos de energías renovables (así como cualquier nueva demanda, tales como una mayor electrificación de vehículos). La mayoría de los impactos de EE/ER provienen de políticas en los sectores ES y RCII; sin embargo, las políticas de otros sectores también contribuyen (AFOLU-2, WM-1).

Como se muestra en la Figura 3-9, los impactos totales se quedan justo por debajo de los niveles de generación neta de la mezcla marginal de recursos hasta el final del período de planificación. Por lo tanto, no se necesitaron ajustes para hacer frente a los cambios necesarios a la definición de una mezcla marginal de recursos y la intensidad de carbono y costos de producción de energía del sistema asociados. Como resultado, no se necesitaron más ajustes para hacer frente a las interacciones o traslapes intersectoriales entre las políticas de suministro de electricidad y demanda de energía. Si los impactos totales al sistema eléctrico hubiesen sido mayores que los niveles de generación de la mezcla marginal de recursos, se habría requerido una revisión de nuestra definición inicial de los recursos marginales. Para Coahuila, esto significaría incluir una parte de la generación a base de carbón dentro de la mezcla marginal de recursos.

Figura 3-8. Costo pronosticado del combustible al mayoreo para el Proyecto PECC Coahuila

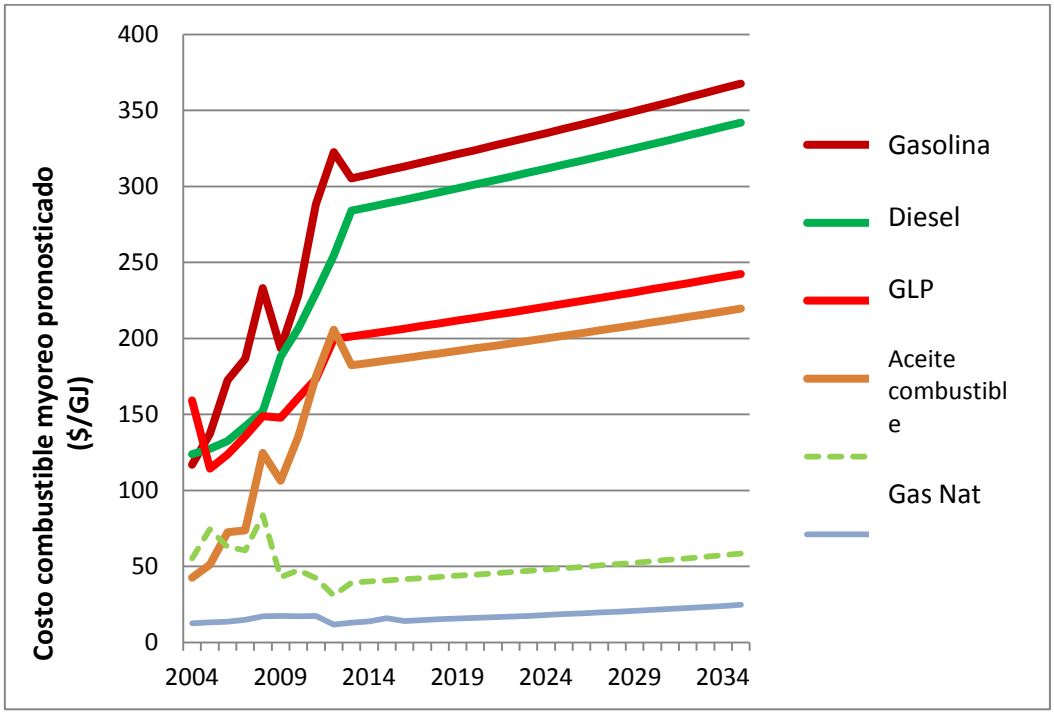
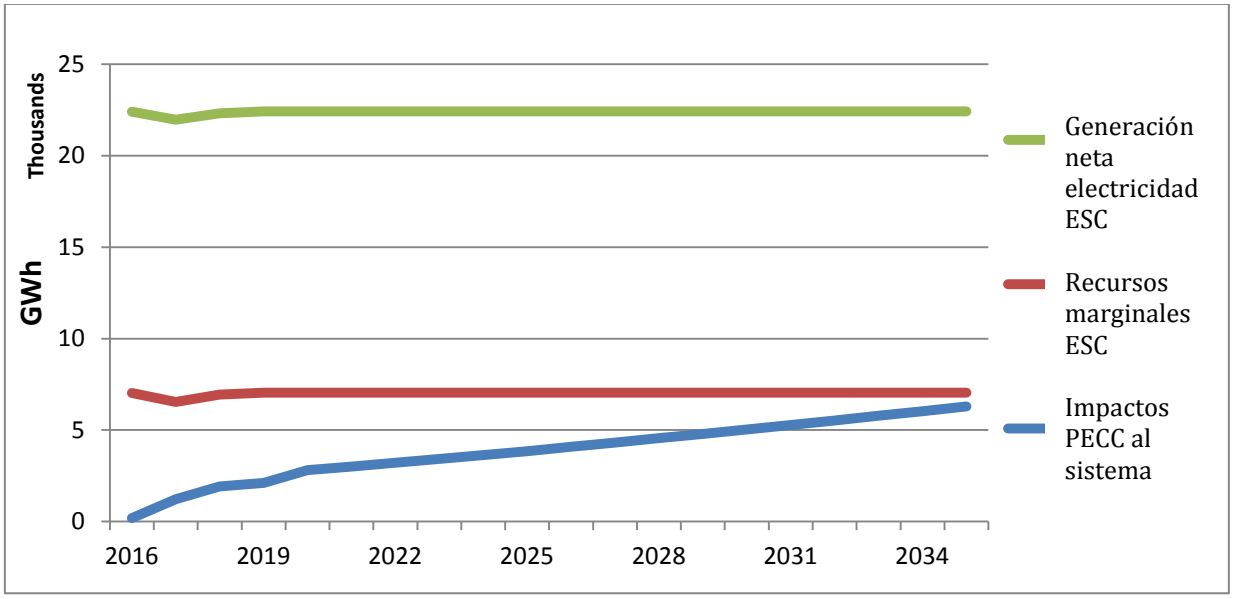


Figura 3-9. Impactos totales del PECC Coahuila al sistema de electricidad comparado a la mezcla marginal de recursos de Coahuila



Como un análisis de sensibilidad para todas las políticas con impactos de oferta o demanda de electricidad, otra serie de reducciones de gases de efecto invernadero y costos sociales netos se obtuvo utilizando una mezcla marginal de recursos diferente, que estuviera más estrechamente asociada con la red nacional, en lugar de solamente a los recursos de generación específicos para Coahuila. Siguiendo la discusión anterior, y las estadísticas de generación regionales que se muestran en la Figura 3-5, se definió una mezcla marginal de recursos regional MX que se compone mayormente de centrales de ciclo combinado de gas natural, pero también incluye una pequeña cantidad de turbinas de combustión (que se supone es diesel) y la generación termoeléctrica convencional (que se supone utiliza gasolina residual). Las intensidades de carbono y los costos de generación evitados se muestran en las Figuras 3-6 y 3-7, respectivamente.

La Tabla 3-2 a continuación presenta un resumen de los resultados de esta evaluación de sensibilidad. Como era de esperarse, las mayores diferencias se encuentran en los sectores ES y RCII donde se producen las políticas con los impactos más grandes al sistema eléctrico. Las reducciones de GEI acumuladas de estos dos sectores serían de alrededor de 10% menos si los recursos de generación desplazados mediante la aplicación de políticas del PECC se caracterizaran mejor en los recursos marginales en la mezcla MX regional que para los recursos marginales específicos de Coahuila. Los ahorros sociales netos también serían más bajos utilizando las hipótesis de mezcla marginal regional MX - aproximadamente el 8%.

Mientras que también hay algunos impactos al sistema eléctrico asociados con las políticas de los sectores TLU, AFOLU y WM, el tamaño de estos impactos no es lo suficientemente grande como para mostrar una diferencia significativa cuando se utiliza la mezcla marginal de Coahuila en comparación con la mezcla marginal regional MX. Tanto para las reducciones de GEI y los ahorros sociales netos, las diferencias totales para todas las políticas del PECC son aproximadamente del 9% cada uno.

Tabla 3-2. Evaluación de sensibilidad de supuestos de recursos marginales

Sector	Reducciones totales acumuladas ($TgCO_2e$)		Costos VPN o (Ahorros) ($2014MM)		Costo- beneficio ($2014/$tCO_2e$)	
	Mezcla CO	Mezcla MX	Mezcla CO	Mezcla MX	Mezcla CO	Mezcla MX
ES	30	27	(5,203)	($4,302)	($172)	($161)
RCII	24	22	(29,918)	($25,547)	($1,238)	($1,152)
TLU	7.3	7.3	($33,222)	($32,687)	($4,572)	($4,498)
AFOLU	2.7	2.7	$408	$556	$150	$209
WM	3.1	3.1	($2,235)	($2,188)	($712)	($702)
Total – Todos los Sectores	**68**	**62**	**($70,117)**	**($64,168)**	**($1,039)**	**($1,368)**

El mensaje inicial de este análisis de sensibilidad podría ser que las reducciones totales de las emisiones y los ahorros estimados para el PECC Coahuila podrían haber sido exagerados hasta en un 9%, dependiendo de cómo el sistema de suministro eléctrico se ajuste como resultado de la implementación de la totalidad de las políticas (es decir, la cantidad de recursos marginales de Coahuila ajustados en comparación a los recursos marginales de la región noreste).

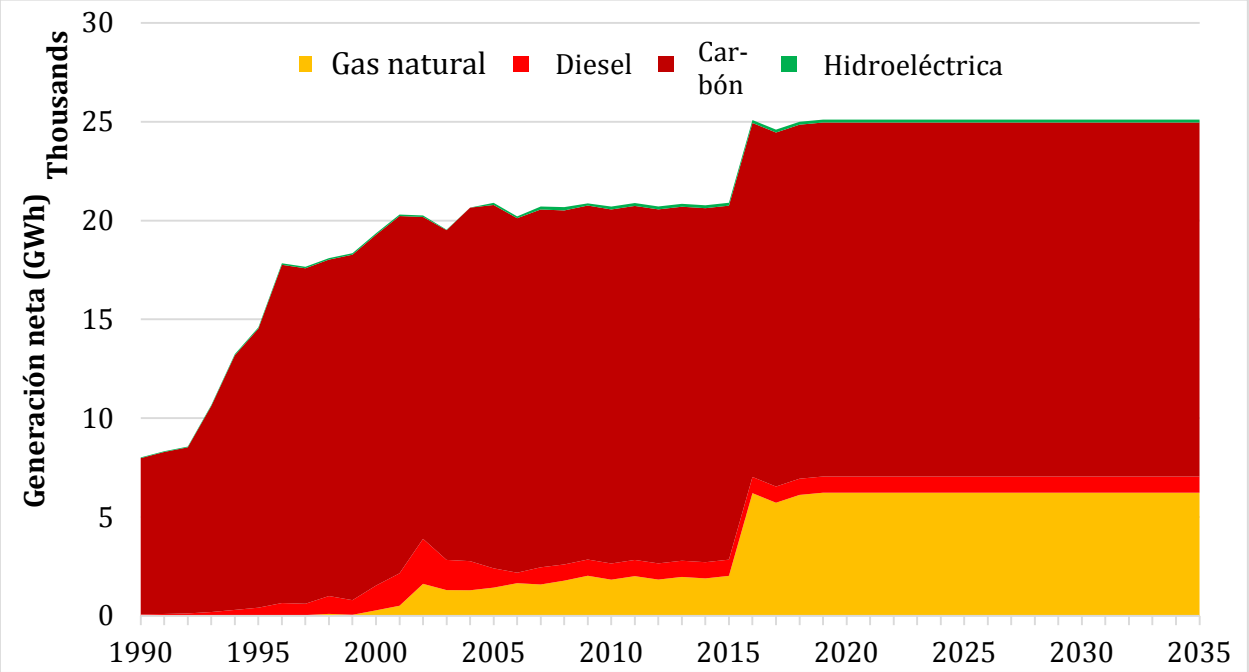
Es importante también tener en cuenta que aquí las políticas del PECC Coahuila están siendo cuantificadas sin ninguna consideración por políticas que podrían ser implementadas por otros estados de la región, que también podrían servir para reducir los requerimientos de generación de la mezcla marginal de la región (incluyendo la de Coahuila) . En la medida en que tales políticas se desarrollen e implementen, podría ser necesario considerar la adición de más recursos a la mezcla marginal regional, probablemente de mayor intensidad de carbono (por ejemplo, la generación a base de carbón). Esto llevaría a una mayor reducción de GEI para cualquier política de EE o ER (y ahorros netos potencialmente más bajos, ya que estas plantas tienen menores costos de generación nivelados).

Capítulo 4
Sector suministro de energía (ES)

Visión general del sector

El sector de suministro de energía (ES) consiste en tres subsectores: suministro de electricidad (SE), suministro de calor (SC), y suministro de combustible (SC). De acuerdo con el pronóstico para Coahuila de 2010, se prevé que el sector de suministro de energía aportará el 34 por ciento neto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en todos los sectores para el año 2035. [28] El crecimiento de las emisiones en el sector desde 1990 hasta 2035 es de aproximadamente 3.0 por ciento por año. Como se muestra en la Figura 4-1, las fuentes primarias de energía en el sector incluyen la generación de energía a partir de combustibles fósiles, principalmente carbón y gas natural (la generación hidroeléctrica es casi demasiado pequeña para ser vista en la parte superior del gráfico).

Figura 4-1. Generación de electricidad por tipo de combustible en Coahuila



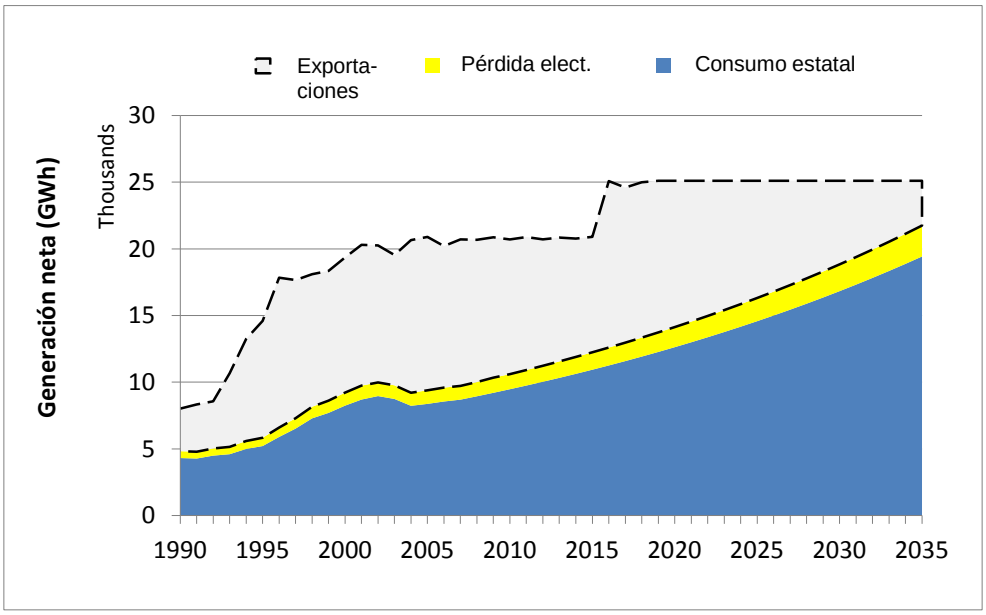
[28] Los datos de la línea base de ES mostrados en este capítulo se actualizan a partir del trabajo inicial hecho para Coahuila y documentado en el Apéndice A (es decir, el reporte de I&P de GEI de 2010 por CCS). El lector debe esperar pequeñas diferencias con los valores mostrados en ese trabajo anterior).

En el 2014, el 95% de la capacidad total de generación de electricidad provino de dos plantas de carbón situadas cerca de la localidad de Nava: Carbón II con una capacidad de 1,400 MW y Río Escondido (José López Portillo) con una capacidad de generación de 1,200 MW. El 5% de la capacidad restante corresponde a una planta de ciclo combinado ubicada en Ramos Arizpe, una planta hidroeléctrica ubicada en el cauce del Río Bravo, y una planta de turbogas ubicada en Monclova.

El uso del diesel se redujo como fuente de energía en general entre 2000 y 2015. El uso del gas natural creció desde cerca de 0 por ciento de la oferta en 1999 a casi el 25 por ciento de los suministros previstos para el año 2035. Esto corresponde a un aumento en la generación de gas natural de más de 6,250 GWh para el 2035.

También hay que señalar que las exportaciones representan alrededor del 50 % de la producción de energía de Coahuila hasta el año 2025, como se ve en la Figura 4-2.

Figura 4-2. Balance de electricidad para Coahuila



Las exportaciones netas de electricidad son positivas en todos los años, pero están condicionadas a la generación continua de carbón en Coahuila.

Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector suministro de energía (Figura 4-3) juegan un papel importante en la tasa de crecimiento proyectada de las emisiones globales de Coahuila hasta el año 2035. Se necesitan una serie de acciones de políticas de bajas emisiones para reducir las emisiones del sector ES.

La figura 4-4 muestra que con la continua dependencia del carbón, la tendencia va a ser una alta intensidad de carbono per cápita para la producción de energía en el estado hacia el 2035. La intensidad de carbono se incrementa en parte debido a que la generación de energía está aumentando más rápidamente que la población de Coahuila. La Figura 4-4 muestra que la relación de Coahuila es significativamente más alta que el nivel nacional.

Las medidas para reducir los GEI del sector que fueron evaluadas en este proceso de planificación incluyen cambios a energías renovables (eólica y solar) y suministros fósiles de baja emisión (gas natural) para sistemas de energía centralizados y distribuidos. La política para diversificar la generación de energía centralizada (ES-1) proporciona la mayoría de las opciones futuras de reducción de emisiones para el estado, con más del 64 por ciento de todas las opciones de políticas de oferta (discutidas más adelante).

Figura 4-3. Emisiones del suministro de energía- Basadas en consumo

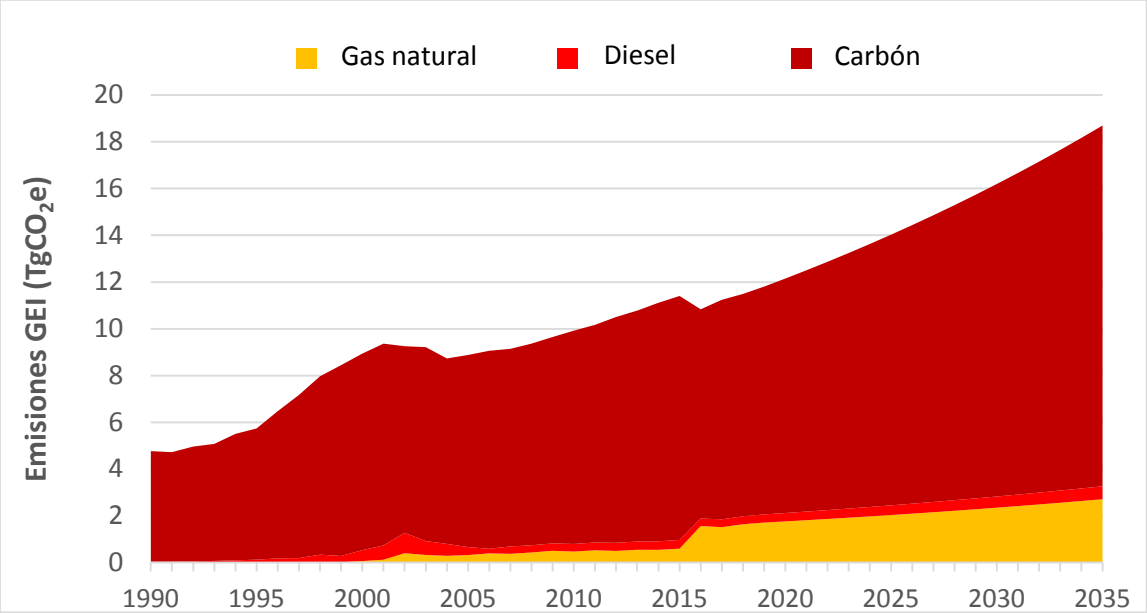
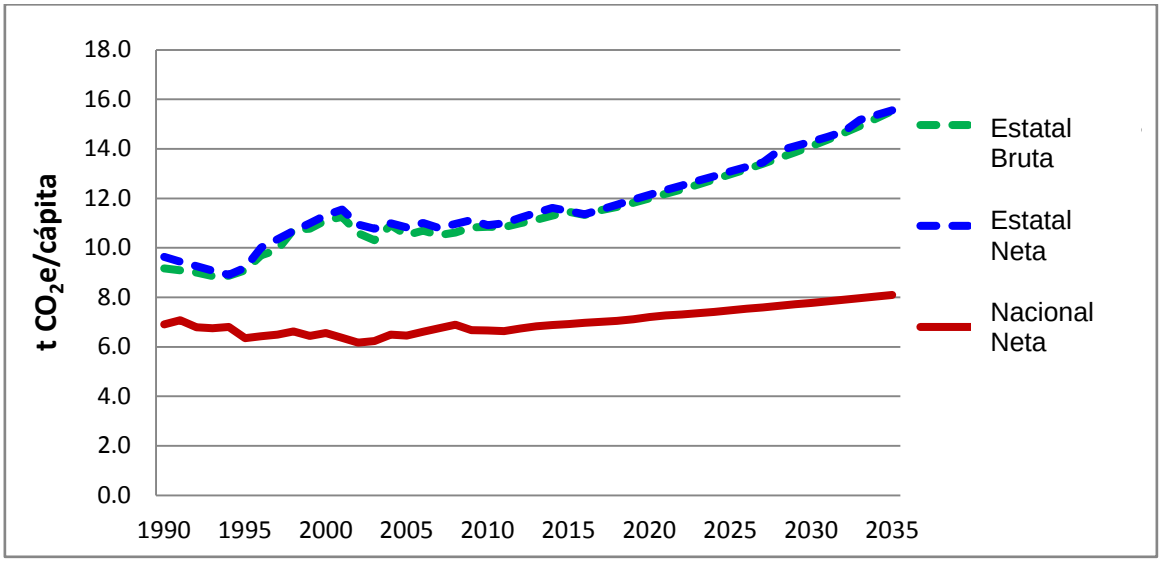


Figura 4-4. Intensidad de carbono per cápita



En comparación, las fuentes de suministro descentralizadas de otras opciones (ES-2, -3, -4, y -5) afectan significativamente la mezcla global de generación hasta el año 2035 (casi 36%). También proporcionan importantes acciones de preparación para apoyar la expansión a más largo plazo de la generación distribuida renovable. Medidas de oferta adicionales podrían añadirse a la lista de opciones evaluadas en este proceso de planificación y potencialmente incluir prácticas de baja emisión para la extracción y distribución de gas natural (evaluadas utilizando efectos del ciclo de energía completo), así como el desarrollo continuo y mejoramiento de fuentes de energía renovable a nivel estatal y regional.

En este informe, los cambios en el lado de la oferta a través de las acciones de políticas de ES pueden ser vistos en combinación con estrategias de reducción de la demanda para el sector Residencial, comercial, industrial, e institucional (RCII) como una estrategia global del sector eléctrico. Las emisiones de referencia y las opciones de política relativas a la demanda de electricidad se tratan en el Capítulo 5 de este informe.

Las alternativas para la generación de electricidad en Coahuila a partir de fuentes renovables son variadas y todas son factibles de implementar, sin embargo, la decisión de utilizar una medida en particular debe basarse en la consideración de los costos involucrados en la implementación, los beneficios directos a los usuarios, y los impactos más amplios en la economía del estado. Además, el uso de fuentes de energía renovables debe hacer lo siguiente: no afectar al suministro de electricidad; debe, en cualquier caso, reducir la dependencia de la energía importada; resultar en un ahorro para los consumidores; y, simultáneamente, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Principales retos y oportunidades

Las tasas de crecimiento de emisiones proyectadas para el sector ES en Coahuila son altas, a pesar de que algunas de las fuentes más intensas de carbono (gasolina y diesel) han sido casi eliminadas, ya que la proporción de gas natural en el suministro total de electricidad crece dramáticamente. Como resultado, para estabilizar y reducir las emisiones del sector, las tasas de crecimiento de energía deben ser gestionados a través de medidas de demanda (RCII) en combinación con un cambio significativo del lado de la oferta a suministros de energía renovables de bajo o nulo carbono, incluyendo el futuro enfoque en la extracción y las prácticas de distribución de gas natural mejoradas para reducir la huella asociada al consumo de energía del ciclo completo del gas natural.

Los enfoques de gestión de oferta y demanda para el sector requerirán una serie de medidas de suministro centralizado y descentralizado que abarcan una gran variedad de sistemas estatales, locales y privados. Los sistemas de energía centralizados (plantas de energía y la red de energía) representan la mayor oportunidad inmediata para un impacto en la reducción de emisiones, pero las fuentes descentralizadas de electricidad podrían crecer de forma rápida y amplia con el apoyo de políticas e inversión, y representan una importante oportunidad de mejora.

En la actualidad, Coahuila carece de una política general en todo el estado para diversificar la matriz de suministro de energía. Tal política podría ser definida y desarrollada (a través de la opción de política ES-1) para estimular cambios en fuentes centralizadas (plantas de electricidad) hacia fuentes de bajo carbono. La planificación y análisis más profundos podrían ayudar a abordar las necesidades de información necesaria sobre la política e inversión para apoyar estos cambios.

Los sistemas de energía distribuida, tales como las aplicaciones de energía solar residenciales y comerciales, también se beneficiarán de la mejora en la planificación y análisis de apoyo para una ampliación rápida de las mejores prácticas, en la pequeña escala local y hasta niveles estatales. Estas acciones deben adaptarse a las condiciones locales que varían considerablemente en Coahuila, y se requerirán alianzas de los gobiernos locales y público-privadas que quizá no existen actualmente, así como nuevos gastos. A su vez, esto requerirá la ampliación de la capacidad del programa, la divulgación, el control de costos de tecnología, y los canales de inversión.

Visión general de las recomendaciones del plan e impactos estimados

Cinco políticas fueron evaluadas para el sector ES. Éstas incluyen:

- ES-1. Producción de electricidad mediante tecnologías de aprovechamiento de energía renovable (Paneles fotovoltaicos, generadores eólicos), en Estaciones Centrales de Suministro de Energía. - El propósito de esta política es aprovechar los recursos renovables de Coahuila para contribuir al objetivo nacional de reducción de GEI (Objetivo 3)[29]

[29] Objetivo 3: Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República)

mediante la estrategia de diversificación de la matriz de producción energética del país (3.2.1)[30]. Esto incluye la reducción de la dependencia de combustibles fósiles con alto contenido de carbono en la generación de electricidad,[31] mediante el impulso a instalación de plantas generadoras de electricidad que empleen fuentes de energías renovables, específicamente viento y sol, contribuyendo de esta forma a reducir las emisiones de GEI por Mega Watt (MW) generado.

- ES-2. Generación de electricidad *in-situ* con paneles fotovoltaicos en inmuebles residenciales. **–** Esta política extiende la generación y uso de la energía renovable en el sector residencial de Coahuila a través de la compra e instalación de paneles fotovoltaicos, y reduce la emisión de gases de efecto invernadero asociados con el consumo de electricidad de combustibles fósiles.
- ES-3 Generación de electricidad *in-situ* con paneles fotovoltaicos en edificios públicos. – Esta política extiende el uso y distribución de la energía renovable en edificios públicos en Coahuila, para sistemas e instalaciones capaces de producir su propia energía.
- ES-4. Generación de electricidad *in-situ* en edificios comerciales e industriales con paneles fotovoltaicos. – Esta política extiende el uso y distribución de la energía renovable en edificios comerciales e industriales en Coahuila para sistemas e instalaciones capaces de producir su propia energía (10% y 25% de la electricidad consumida en edificios comerciales e industriales es autogenerada con paneles fotovoltaicos para el 2025 y 2035 respectivamente).
- ES-5. Calor y electricidad combinados (CEC)- Fomento de cogeneración eficiente de energía eléctrica en la industria.- Esta política impulsa a las industrias del cemento, acero y minería a utilizar sistemas de cogeneración de electricidad más eficientes que los sistemas convencionales. Los CECs aprovechan el calor no explotado y reducen las pérdidas energéticas innecesarias, posibilitando ahorros considerables a mediano y largo plazo. La modalidad de cogeneración representa una opción viable para contribuir a la sustentabilidad energética mediante el incremento en la eficiencia energética y económica de la empresa.

La Tabla 4-1 a continuación presenta un resumen de los resultados del análisis microeconómico realizado para cada una de las políticas de ES. Estos resultados se muestran de forma "independiente", lo que significa que fueron evaluados en relación con las condiciones ESC suponiendo que se llevarían a cabo sin implementar otras políticas. Estos resultados indican que la política de diversificar el sistema de suministro de energía del estado hacia fuentes renovables y de baja emisión (ES-1) proporciona más del 80 por ciento de todas las reducciones de emisiones de las cinco opciones evaluadas en este proceso de planificación. El traslape de los efectos en el sector entre las fuentes de abastecimiento centralizadas y descentralizadas es mínima debido a la predominancia de fuentes centralizadas, pero es probable que esta dinámica cambie en el futuro conforme las fuentes renovables descentralizadas se vuelvan más ampliamente adoptadas.

[30] Estrategia 3.2.1 Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República).
[31]

Tabla 4-1. Resumen del análisis microeconómico de ES: Resultados independientes

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e 2025 Tg**	**2035 Tg**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**VPN 2016-2035 $Millones**	**Costo Beneficio $/t$CO_2e$**
ES-1.	Suministro de producción de electricidad renovable en central eléctrica	(0.92)	(1.3)	(19)	(25)	($2,179)	($89)
ES-2.	Energía fotovoltaica en edificios residenciales	(0.034)	(0.054)	(0.64)	(0.82)	($304)	($369)
ES-3.	Energía fotovoltaica en edificios públicos	(0.020)	(0.029)	(0.36)	(0.46)	($166)	($359)
ES-4.	Energía fotovoltaica en edificios comerciales e industriales	(0.079)	(0.16)	(1.7)	(2.2)	($1,008)	($459)
ES-5.	Cogeneración en el sector industrial	(0.12)	(0.22)	(2.4)	(2.4)	($1,614)	($670)
	Totales	**(1.2)**	**(1.8)**	**(24)**	**(30)**	**($5,270)**	**($173)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Discusión de traslapes

La interacción de las zonas de oferta (ES) y demanda (RCII) de la energía eléctrica es significativa en términos de efectos de superposición y efectos combinados de las acciones de ambos tipos de política. [32] Esto incluye, por ejemplo, los efectos sobre la reducción de emisiones que afectan a las medidas relacionadas con la oferta. Conforme la demanda se reduce, los cambios en la oferta tienen un efecto menor en la reducida combinación de la generación de electricidad. En términos de rentabilidad, al combinar opciones de ES con costos netos positivos con opciones de RCII con costos netos negativos, se reduce el costo neto de las acciones globales del sector eléctrico. En su conjunto, las acciones de política de ES y RCII proporcionan la mayor parte de las oportunidades globales de reducción de las emisiones evaluadas para las opciones de política evaluadas para todos los sectores. Los traslapes entre sectores se trataron en el capítulo 3 (que incluyen las interacciones entre las políticas de ES y RCII).

En la Tabla 4-1 de arriba se reporta el análisis de los impactos de las medidas de ES en un nivel independiente (solamente el sector ES, sin considerar traslapes entre las políticas de ES). Debido a los bajos niveles de la generación distribuida, hay poca superposición en el sector ES. Por lo tanto,

[32] Tradicionalmente, los sectores de Transporte, Agricultura, Silvicultura y Uso de la Tierra, y Gestión de residuos tampoco se han considerado como sectores con impactos de oferta y la demanda en el sistema eléctrico; sin embargo, las políticas y acciones en estos sectores también pueden influir en la demanda (positiva o negativamente). Ejemplos incluyen el aumento de la demanda de energía de una política de transporte que promocione los vehículos eléctricos o la producción de energía a partir de biomasa o residuos.

los resultados mostrados en la Tabla 4-2 de abajo, que consideran los ajustes por traslapes dentro del sector son los mismos que en la Tabla 4-1.

La aplicación de estas cinco políticas permitiría una reducción de 30.4 teragramos de CO2 equivalente, generando ahorros acumulados de $5,270 millones de pesos y ahorros netos de $173 pesos por tonelada de emisiones de CO2 equivalente evitada.

Tabla 4-2. Resumen del análisis microeconómico de ES: ajustado por traslapes intrasectoriales

		Resultados ajustados por traslapes intrasectoriales					
		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e 2025 Tg**	**2035 Tg**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**VPN 2016-2035 $Millones**	**Costo Beneficio $/tCO$_2$e**
ES-1.	Suministro de producción de electricidad renovable en central eléctrica	(0.92)	(1.3)	(19)	(25)	($2,179)	($89)
ES-2.	Energía fotovoltaica en edificios residenciales	(0.034)	(0.054)	(0.64)	(0.82)	($304)	($369)
ES-3.	Energía fotovoltaica en edificios públicos	(0.020)	(0.029)	(0.36)	(0.46)	($166)	($359)
ES-4.	Energía fotovoltaica en edificios comerciales e industriales	(0.079)	(0.16)	(1.7)	(2.2)	($1,008)	($459)
ES-5.	Cogeneración en el sector industrial	(0.12)	(0.22)	(2.4)	(2.4)	($1,614)	($670)
	Total después de traslapes/ interacciones intrasectoriales	**(1.2)**	**(1.8)**	**(24)**	**(30)**	**($5,270)**	**($173)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

La matriz energética del estado (opción ES-1) cubre todas las fuentes de generación de electricidad centralizada. La expansión de la generación renovable distribuida (opciones ES-2, -3 y -4) podría reducir el nivel de necesidad de electricidad centralizada y el impacto de ES-1 compensando la futura oferta basada en la red con oferta de energía renovable fuera de la red. Como resultado, tanto los impactos individuales (específicos de la política) como los integrales (agregado de políticas) dentro del sector son potencialmente importantes. Sin embargo, dado el prevalecimiento de la opción ES-1 dentro del sector, se espera que las opciones de política ES-2, -3 y -4 tengan pocos efectos de superposición, y la ES-5 dependerá de las respectivas industrias.

Del mismo modo, las acciones de RCII que reducen la demanda de energía podrían afectar a todas las opciones de ES al reducir la cantidad global de energía que se somete a cambios hacia suministros de bajo o cero carbono. La necesidad de abordar los efectos integradores de las medidas de demanda de ES y RCII se aborda en el capítulo 3.

La evaluación final de cualesquiera impactos adicionales del sistema eléctrico en todos los sectores de oferta y demanda se aborda en el capítulo 3 (Sección 3.7, en la evaluación de los supuestos de la mezcla marginal de recursos). En resumen, esa evaluación mostró que los impactos netos de electricidad de todas las políticas del PECC (nueva generación + eficiencia energética) están por debajo del recurso marginal total para el estado. Como resultado, no se necesitaron ajustes para tener en cuenta cambios en los supuestos de definición originales para la mezcla marginal de recursos. Como se discutió en el Capítulo 3, la mezcla marginal de recursos se define como toda la producción a base de gas natural y diesel en el estado. Esta determinación de que no hay necesidad de aplicar ajustes de integración intersectoriales supone que las políticas se aplicarían con éxito en el nivel y el tiempo especificado en cada diseño de política.

Descripciones de políticas del sector Suministro de energía (ES)

Se analizaron cinco políticas de ES fueron analizadas para el PECC Coahuila. Enseguida se encuentra un breve resumen para cada política. El Apéndice C contiene las descripciones detalladas, los diseños de política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, fuentes de datos, suposiciones, metodologías, cadenas de causalidad, resultados analíticos independientes, incertidumbres principales, problemas de viabilidad y beneficios y costos adicionales para cada política.

ES-1. Producción de electricidad mediante tecnologías de aprovechamiento de energía renovable en estaciones centrales de suministro de energía

El propósito de esta política es aprovechar los recursos renovables de Coahuila para contribuir al objetivo nacional de reducción de GEI (Objetivo3) [33] mediante la estrategia de diversificación de la matriz de producción energética del país (Estrategia 3.2.1) [34] . Esto incluye la reducción de la dependencia de combustibles fósiles con alto contenido de carbono[35] en la generación de electricidad, mediante el impulso a la instalación de plantas generadoras de electricidad que empleen fuentes de energías renovables, específicamente viento y sol, contribuyendo de esta forma a reducir las emisiones de GEI por Mega Watt (MW) generado.

Esta estrategia es consistente con la dotación de recursos del estado, pues Coahuila recibe un alto grado de radiación solar [2.9 a 6.7 kilowatt-hours por metro cuadrado (kWh/m^2)] con alto potencial de conversión de energía. El Estado puede apoyar la diversificación de las opciones de suministro de electricidad a través de la facilitación de emplazamiento y construcción de nuevas instalaciones y operaciones de generación de electricidad con energía primaria renovable.

ES-2. Generación de electricidad in-situ con paneles fotovoltaicos en inmuebles residenciales

Hacia el año 2020, el sector residencial será el octavo emisor de GEI y el segundo de carbono negro[36] (PECC, 2014). Estas emisiones se asocian al consumo de energía eléctrica de los hogares.

---

[33] Objetivo 3: Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República)

[34] Estrategia 3.2.1: Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias (Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, PECC 2014-2018. Gobierno de la República).

Error! Bookmark not defined. El 95% de la capacidad total de generación de electricidad provino de dos plantas de carbón situadas cerca de la localidad de Nava: Carbón II con una capacidad de 1,400 MW y Río Escondido (José López Portillo) con una capacidad de generación de 1,200 MW. El 5% de la capacidad restante corresponde a una planta de ciclo combinado ubicada en Ramos Arizpe, una planta hidroeléctrica ubicada en el cauce del Río Bravo (en la frontera de Coahuila y Texas), y una planta de turbogas ubicada en Monclova.

[36] Considerando un potencial de calentamiento global (PCG) de veinte años.

Los costos de generación en pequeña escala con paneles fotovoltaicos, son inferiores a las tarifas domésticas, una vez que se incorpora el subsidio gubernamental a las mismas. De igual forma, el territorio de Coahuila recibe altos niveles de radiación solar. Por lo anterior, la instrumentación de incentivos económicos y financieros impulsará la autogeneración de energía eléctrica solar fotovoltaica en el sector residencial.

La implementación de esta política contribuye a la reducción de emisiones de GEI relacionadas con el consumo de electricidad producida a partir de combustibles fósiles. De igual forma, apoya la estrategia nacional de generación distribuida de energía en el sector doméstico, comercial e industrial (Estrategia 3.4.3).

ES-3. Generación de electricidad in-situ con paneles fotovoltaicos en edificios públicos

La energía eléctrica empleada en los edificios públicos proviene en gran medida de fuentes de energía fósiles con alto potencial de calentamiento global. Por esto, el objetivo de esta política es incrementar la eficiencia energética en el sector institucional, al tomar ventaja de la alta incidencia de radiación solar de la entidad, impulsando la instalación de paneles fotovoltaicos en los edificios públicos de Coahuila para satisfacer sus requerimientos de energía eléctricos.

Con esta medida, además de reducir los costos operativos del sector público se mitiga la emisión de GEI empleando fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica (incluyendo pérdidas reducidas en la trasmisión y distribución).

ES-4. Generación de electricidad in-situ en inmuebles comerciales e industriales mediante paneles fotovoltaicos

Los sectores comercial e industrial han contribuido de forma creciente al incremento de emisiones de GEI que alteran el equilibrio energético del sistema climático. Por esto, es pertinente transitar hacia un modelo energético que considere el autoconsumo de electricidad en inmuebles comerciales e industriales mediante el aprovechamiento de la energía solar.

El autoconsumo de energía eléctrica producida con tecnologías fotovoltaicas coadyuvará al ahorro de costos operativos en las edificaciones comerciales e industriales, además de contribuir a la mitigación de emisiones de GEI, tanto al disminuir la dependencia de combustibles no renovables, como al evitar pérdidas de energía durante el transporte y distribución de la energía eléctrica requerida en las edificaciones comerciales e industriales de Coahuila.

ES-5. Fomento de cogeneración eficiente de energía eléctrica en la industria

Los sistemas de cogeneración de energía eléctrica[37] alcanzan una eficiencia muy superior a los sistemas convencionales mediante el aprovechamiento de calor de desecho no aprovechado y reducción de pérdidas de energía innecesarias, permitiendo lograr ahorros considerables a mediano y largo plazo (CONUEE y CRE, 2013). En México, se ha desarrollado la regulación en el área energética contemplando proyectos de cogeneración eficientes.

En la mayor parte de las empresas del sector industrial, la energía térmica y eléctrica son insumos indispensables. Cuando estas dos formas de energía se requieren de manera conjunta en un proceso productivo, se presenta la oportunidad de implantar sistemas de cogeneración, lo cual conlleva, de manera simultánea, a obtener una mayor eficiencia en el uso de combustibles fósiles y menor producción de emisiones contaminantes por unidad de energía útil.

En esta política se contempla el fomento de sistemas de cogeneración eficiente[38] acorde a la estructura productiva del estado, donde el impulso a la cogeneración se concentra en los siguientes sectores: industria del cemento, industria siderúrgica y sector minería. La modalidad de cogeneración representa una opción viable para contribuir a la sustentabilidad energética mediante el incremento en la eficiencia energética y económica de la empresa.

[37] De acuerdo a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, Artículo 36, Fracción II, la Cogeneración se define como la producción de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica.

[38] La Cogeneración Eficiente se define como la generación de energía eléctrica, siempre que el proceso tenga una eficiencia superior a la mínima establecida por la CRE:

Capacidad del sistema	Eficiencia mínima (%)
Capacidad >0.03-<0.5MW	5
Capacidad >=0.05-<30MW	10
Capacidad >=30-<100MW	15
Capacidad >=100	20

Considerando: la energía eléctrica neta generada en un sistema durante un año (E), la energía térmica neta o el calor útil generado en un sistema y empleado en un proceso productivo durante un año (H), el combustible fósil empleado en un sistema durante un año (F), donde el rendimiento eléctrico RE= E/F y el rendimiento térmico RT=H/F. Para más información revisar: 5 CRE (Feb. 22, 2011): http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/REScalculoEficienciaCogeneracionEficienteCRE_220211.pdf.

Capítulo 5
Sector residencial, comercial, institucional e industrial (RCII)

Visión general del sector

Los sectores residencial, comercial, institucional e industrial (RCII) incluyen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con la construcción, así como las emisiones del sector industrial. Hay tres categorías de emisiones asociadas a los sectores RCII: emisiones directas, emisiones de los procesos industriales, y las emisiones del sector eléctrico. En primer lugar, los sectores RCII fueron directamente responsables de casi 4.0 TgCO2e de emisiones directas de GEI en 2015. Las emisiones directas de estos sectores resultan principalmente de la combustión in situ de gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), y el diesel industrial. Las emisiones directas del sector RCII producen emisiones de gases de efecto invernadero cuando se utilizan combustibles para proporcionar calefacción, calentamiento de proceso y otras aplicaciones.

En segundo lugar, las emisiones del sector industrial también incluyen la liberación de CO2 y gases fluorados (hidrofluorocarbonos o HFC y los perfluorocarbonos, o PFC) durante el procesamiento industrial, la fuga de HFC procedentes de la refrigeración y equipo relacionado, y en menor grado, por el uso de hexafluoruro de azufre (SF6) en el sector de suministro eléctrico (nota: las emisiones de SF6 asociadas a la transmisión de electricidad y equipos de distribución no se abordaron en la línea base actual del PECC y por lo general están representados en la línea base de ES).

Por último, además de las emisiones procedentes de la combustión de combustibles y procesos industriales en los sectores RCII, casi toda la electricidad vendida en Coahuila se consume en edificios como resultado de la actividad residencial, comercial, institucional e industrial. Las emisiones asociadas con la producción de la energía eléctrica consumida en Coahuila fueron más de 10 $TgCO_2e$ en 2015. [39] El consumo de combustible, las emisiones de los procesos industriales, y la electricidad suman alrededor del 35% del total de las emisiones netas de GEI totales del estado. Por lo tanto, las futuras emisiones de gases de efecto invernadero en Coahuila dependerán en gran medida de las tendencias futuras en el consumo de electricidad y combustibles en los sectores RCII.

Las emisiones históricas y proyectadas de GEI en el escenario sin cambio para la combustión de combustible en el sector RCII se proporcionan en la Figura 5-1. Se espera que las emisiones procedentes de la combustión directa de combustible (GLP, petróleo, madera y gas natural) aumenten alrededor del 1.3% por año durante el periodo 2014-2035. La Figura 5-2 muestra las

[39] Las emisiones netas aquí indican emisiones de GEI de todas las actividades en Coahuila, ajustadas para las exportaciones de e electricidad, e incluyendo "sumideros" de GEI estimados en los sectores AFOLU y WM.

emisiones asociadas a los procesos industriales (es decir, emisiones distintas de la combustión). Se espera que estas emisiones aumenten anualmente por alrededor de 2.6% entre 2014 y 2035.

Figura 5-1. Línea base de emisiones de GEI en RCII

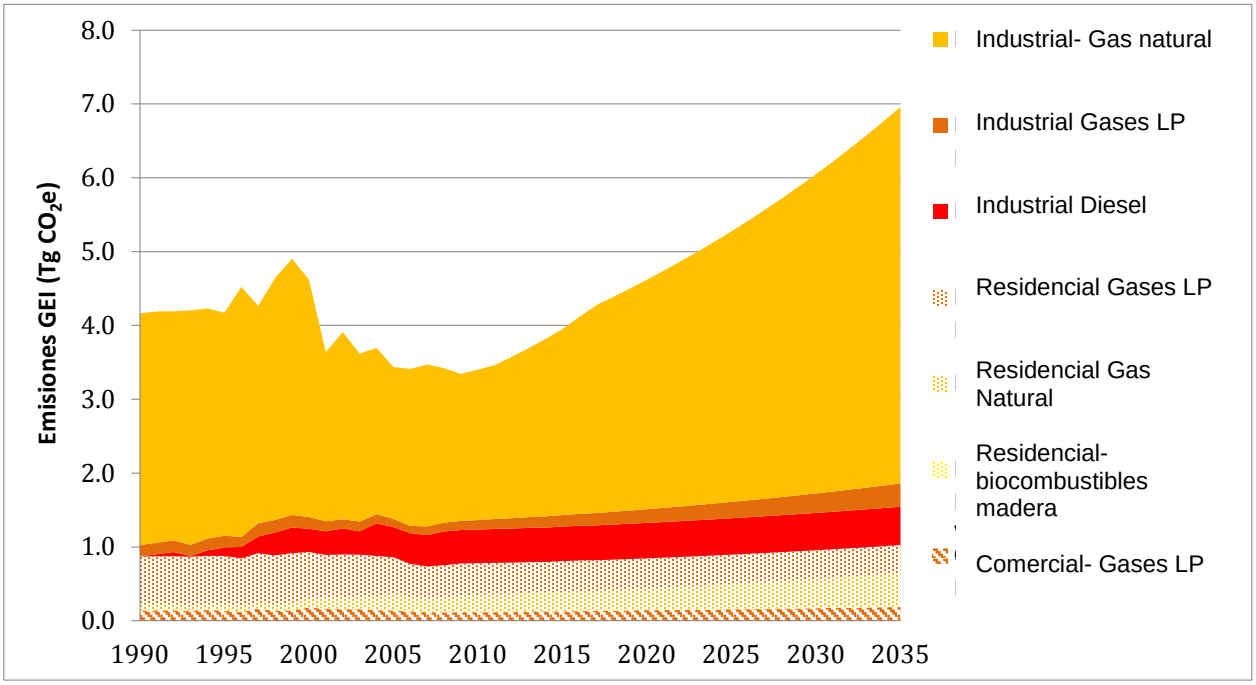
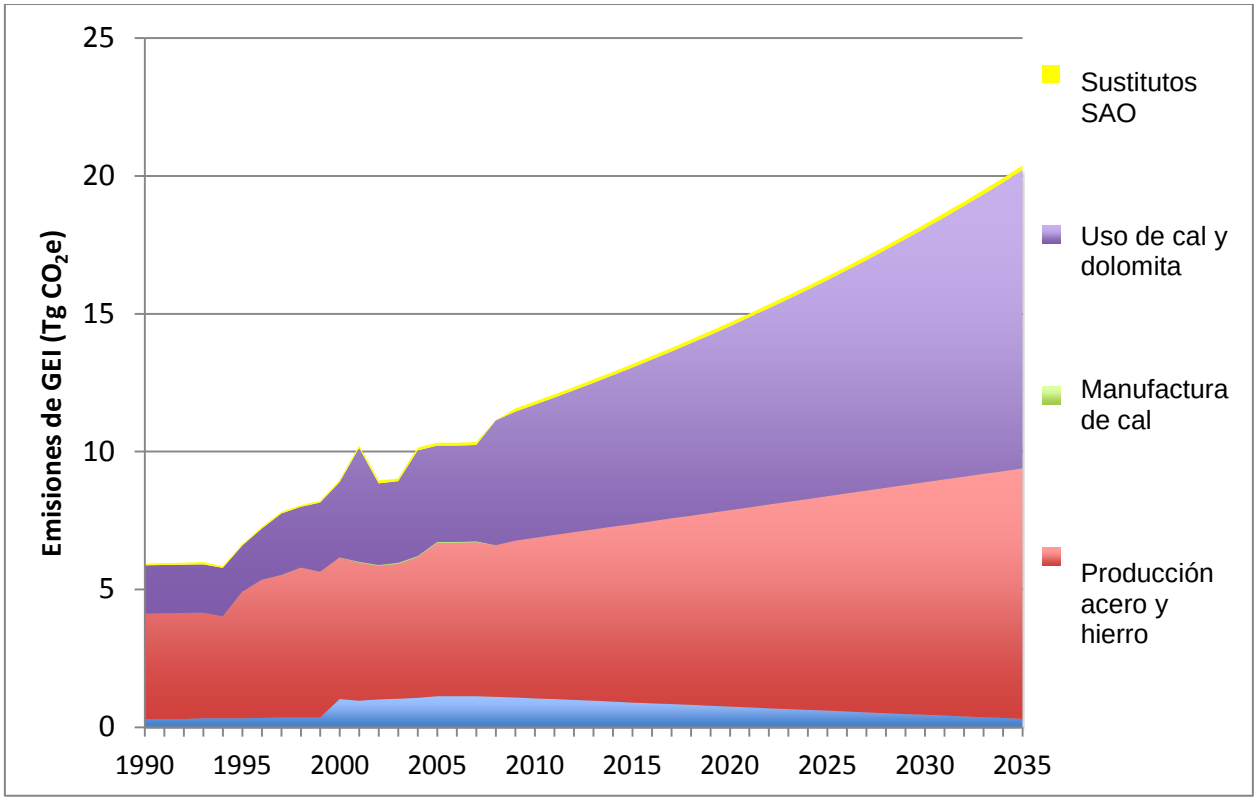
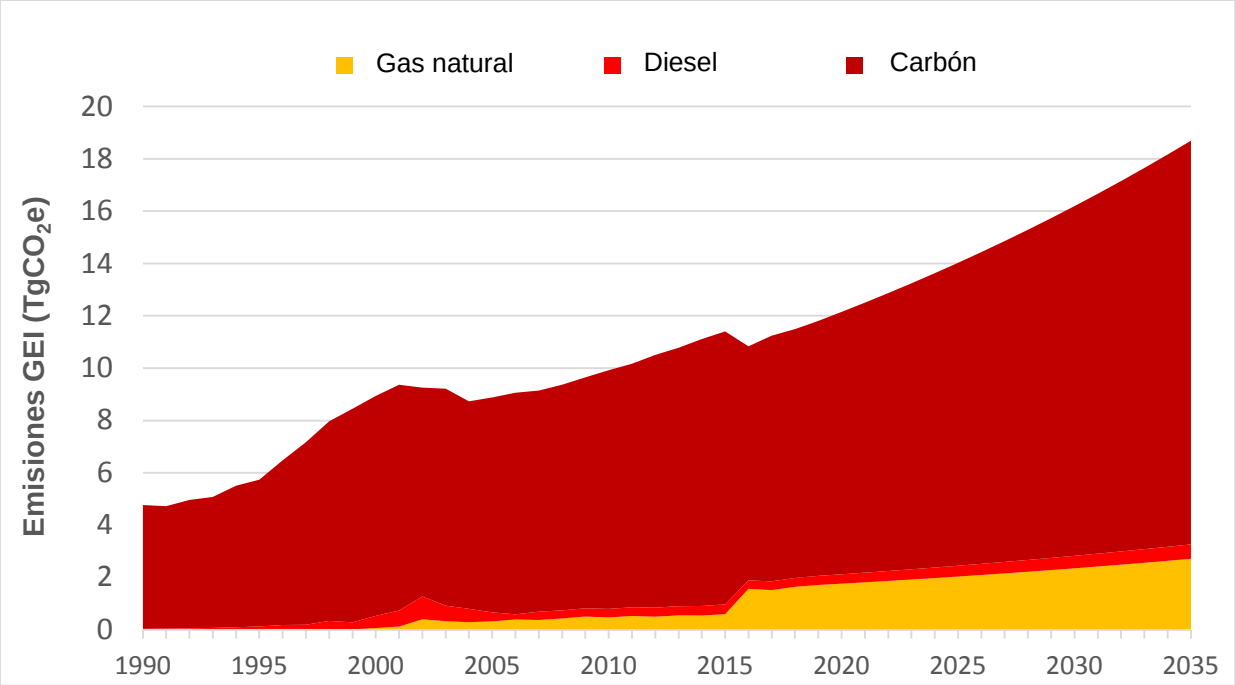


Figura 5-2. Emisiones de procesos industriales y uso de productos



La Figura 5-3 muestra las estimaciones de emisiones indirectas (basadas en consumo) para el consumo de electricidad. Estas emisiones cuentan para las exportaciones de electricidad a otros estados.

Figura 5-3. Línea base de GEI de electricidad

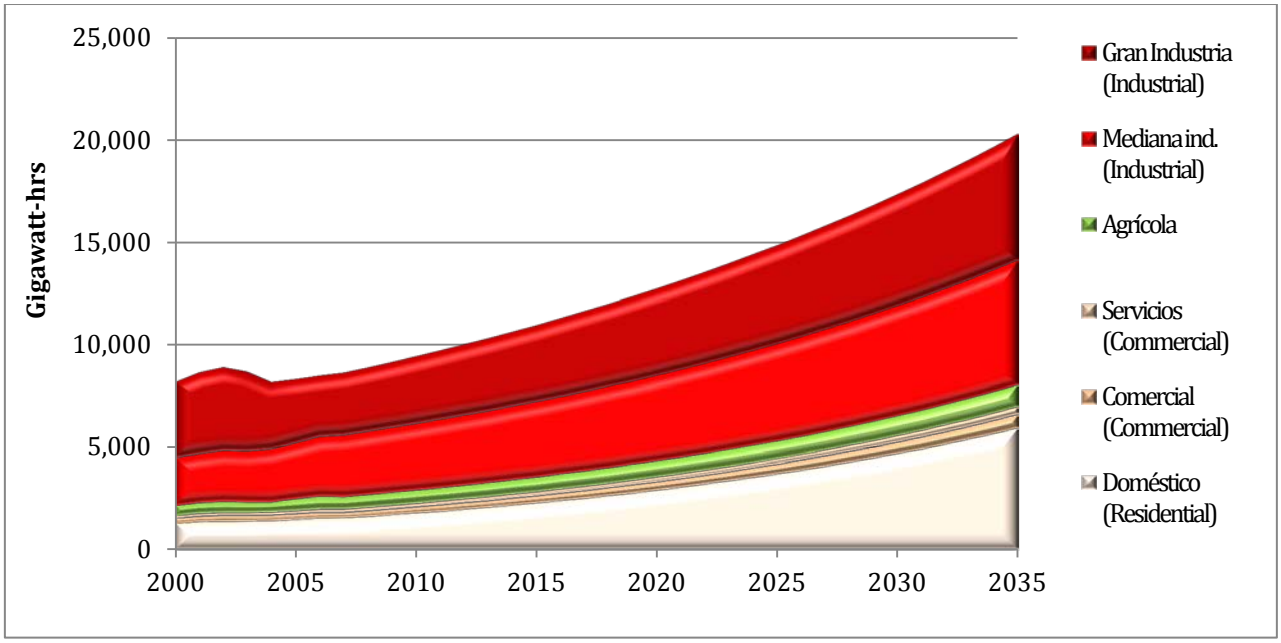


Como se indica en la figura 5-4, la mayor parte del consumo de electricidad se produce en los sectores RCII, por lo que la mayor parte de las emisiones asociadas a la producción de electricidad se pueden atribuir al sector RCII. [40] Se prevé que las tres fuentes de emisiones de RCII aumentarán en aproximadamente un 3.0% anual entre 2014 y 2035, pero esta estimación enmascara grandes cambios dentro de las fuentes de emisión. Estos incrementos se deben principalmente al aumento pronosticado de la demanda de electricidad y al consiguiente incremento en la generación con gas natural que se muestran en la Figura 5-3 (ya que la fracción de las exportaciones netas disminuye a través del pronóstico, las emisiones de generación a base de carbón también aumentan en una base de consumo).

La Figura 5-4 muestra que la mayor parte del consumo de energía eléctrica se produce dentro de los subsectores industriales. Aproximadamente tres cuartas partes del consumo se produce en el sector industrial, mientras que el grueso de la otra cuarta parte se produce en los sectores residenciales.

[40] Nótese que cuando se presenta una línea base de GEI para toda la economía (como las presentadas en el Capítulo2), todas las emisiones de electricidad se atribuyen al sector ES para evitar el doble cómputo.

Figura 5-4. Ventas de electricidad por sector



Principales retos y oportunidades

El principal medio para reducir las emisiones de RCII en Coahuila se centra en la mejora de la eficiencia energética a través de medidas tales como códigos de construcción para la nueva construcción, equipos más eficientes (por ejemplo, electrodomésticos, calentadores de agua, etc.) para nuevos edificios así como para los ya existentes, así como equipos más eficientes y procesos para el sector de la transformación industrial (por ejemplo, calderas, sistemas de calor de proceso, sistemas de climatización, motores, etc.). La búsqueda limitada del estado de la eficiencia energética hasta hace pocos años ofrece abundantes oportunidades para reducir las emisiones a través de programas e iniciativas para mejorar la eficiencia de los edificios, electrodomésticos y prácticas industriales. Las ventajas de tener oportunidades de eficiencia energética inmediatas y de bajo costo en los sectores RCII se ven contrarrestadas por un sector privado subdesarrollado que probablemente será responsable de la determinación del alcance, aplicación y evaluación de proyectos de eficiencia energética. Estos trabajos de cuello verde requieren de capacitación especial y equipo que llevan tiempo para que las empresas de un estado puedan adquirirlos.

El gran sector industrial de Coahuila presenta oportunidades para reducciones económicas de demanda. La eficiencia energética industrial suele ser relativamente barata en comparación con las nuevas fuentes de suministro de energía, y además, puede aumentar la competitividad de las empresas en el estado.

Visión general de las recomendaciones del plan e impactos estimados

El PECC Coahuila ha identificado oportunidades significativas para reducir el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero atribuibles a los sectores RCII. Éstos incluyen la ampliación o el lanzamiento de programas de eficiencia energética para los edificios residenciales existentes, la promoción de nuevos edificios residenciales de alto rendimiento, requerirle a los gobiernos estatales implementar la compra / generación de energía verde, la mejora de la eficiencia energética industrial, y promover el uso de la energía solar y calentadores de paso para las necesidades de calefacción de agua residencial.

El Plan recomienda un conjunto de cuatro opciones de política para los sectores residenciales, comerciales, e industriales que se detallan en la Tabla 5-1. [41] Se cuantificaron las reducciones de emisiones de GEI y los costos por tonelada de reducción de GEI para todas estas políticas. Las recomendaciones de política cuantificadas podrían dar lugar a un ahorro de emisiones a partir de las proyecciones para casos de referencia:

- 1.8 $TgCO_2e$ por año para el 2035. Un ahorro acumulado de casi 19 Tg de CO2e de 2014 a 2035;
- Ahorro neto de costos de aproximadamente $ 30 mil millones de pesos hasta el año 2035 sobre una base del valor actual neto. El ahorro promedio ponderado de estas políticas es de aproximadamente $1,238 (pesos) por tonelada de CO2 equivalente.

Tabla 5-1. Resumen del análisis microeconómico de RCII: resultados independientes

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e 2025 Tg**	**2035 Tg**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**VPN 2016-2035 $Millones**	**Costo Beneficio $/tCO_2e$**
RCII-1.	Códigos y normas de construcción	(0.025)	(0.049)	(0.51)	(0.65)	($855)	($1,311)
RCII-2.	Incrementar eficiencia energética en nuevas construcciones-Equipamiento	(0.014)	(0.029)	(0.29)	(0.38)	($601)	($1,590)
RCII-3.	Incrementar eficiencia energética en construcciones existentes excl. sector	(0.72)	(1.2)	(14)	(18)	($21,262)	($1,206)

[41] El ahorro neto de costos se basa en los gastos de combustible, operaciones, mantenimiento y gastos administrativos, y en los costos incrementales amortizados de equipos. Todos los valores del VPN que se muestran aquí se calculan usando una tasa de descuento del 5% real por año.

	industrial- Equipamiento						
RCII-4.	EE equipo y procesos en sector industrial	(0.18)	(0.54)	(4.3)	(5.5)	($7,200)	($1,307)
	Totales	**(0.94)**	**(1.8)**	**(19)**	**(24)**	**($29,918)**	**($1,238)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Discusión de traslapes

Para evaluar las reducciones de emisiones acumuladas de las políticas en el sector RCII, es necesario tener en cuenta cualquier posible traslape entre las políticas que afectan a usos similares de la energía. No se identificaron traslapes dentro de las políticas de RCII (es decir, intrasectoriales). Las políticas de RCII fueron diseñadas para cubrir usos finales y medidas separadas. Para la nueva construcción, RCII-1 incluye los usos finales de consumo de energía asociados a los códigos de construcción tales como las estructuras del edificio y la calefacción, la ventilación y aire acondicionado (HVAC); mientras que RCII-2 incluye sólo el consumo de energía asociado a los electrodomésticos en los edificios nuevos. RCII-3 excluye la utilización de energía en los edificios del sector industrial (HVAC e iluminación), ya que se incluyen en RCII-4. Por lo tanto, cada uno de los resultados independientes de las políticas son lo que razonablemente se puede esperar para la reducción de gases de efecto invernadero para las políticas individuales, dada su calendario de aplicación y los supuestos en el análisis. Los traslapes entre sectores se trataron en el Capítulo 3 (que incluyen las interacciones entre las políticas de ES y RCII).

Para asegurar que no hubiera superposiciones en el sector RCII, las políticas se compararon en términos del tipo de uso de la energía a la que se dirigen y las medidas de reducción de energía se espera implementen. Los traslapes fueron identificados con anterioridad, y cuantificados, de manera que las medidas y los sectores no fuesen redundantes entre sí y por lo tanto evitar el doble cómputo de reducciones de emisiones de GEI. Como no había traslapes o ajustes intrasectoriales, las reducciones de gases de efecto invernadero y los costos que se muestran en la Tabla 5-2 son los mismos que los que se muestran en la Tabla 5-1 arriba.

Tabla 5-2. Resumen del análisis microeconómico de RCII: ajustado por traslapes intrasectoriales

		Resultados ajustados por traslapes intrasectoriales					
		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e 2025 Tg**	**2035 Tg**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**VPN 2016-2035 $Millones**	**Costo Beneficio $/tCO_2e$**
RCII-1.	Códigos y normas de construcción	(0.025)	(0.049)	(0.51)	(0.65)	($855)	($1,311)
RCII-2.	Incrementar eficiencia energética en nuevas construcciones- Equipamiento	(0.014)	(0.029)	(0.29)	(0.38)	($601)	($1,590)

RCII-3.	Incrementar eficiencia energética en construcciones existentes excl. sector industrial- Equipamiento	(0.72)	(1.2)	(14)	(18)	($21,262)	($1,206)
RCII-4.	EE equipo y procesos en sector industrial	(0.18)	(0.54)	(4.3)	(5.5)	($7,200)	($1,307)
	Total después de interaccciones/ traslapes intrasectoriales	**(0.94)**	**(1.8)**	**(19)**	**(24)**	**($29,918)**	**($1,238)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

También es común que ocurran superposiciones intersectoriales entre las políticas del lado de la demanda de RCII y las políticas de oferta en el sector de ES. Por ejemplo, si el suministro de electricidad es significativamente diferente después de la aplicación de las políticas de ES de lo que era bajo ESC (es decir, más limpia), a continuación, un ajuste a la intensidad de carbono del sistema de suministro eléctrico podría estar garantizada. Una descripción de la evaluación de si había necesidad de realizar este ajuste se incluye en la Sección 3.7. En resumen, los resultados indicaron que el cambio total en el sistema de suministro de energía eléctrica provocado mediante la aplicación de todas las políticas del PECC no era lo suficientemente grande como para exceder el recurso marginal total del sistema. Por lo tanto, no había necesidad de hacer los ajustes de traslape intersectoriales entre las políticas de ES y RCII.

Existe una interacción entre las políticas de eficiencia energética en el sector RCII y ambos ES-3 (FV en edificios públicos) y ES-4 (FV en edificios comerciales e industriales). Los objetivos de la política de generación fotovoltaica de ES se presentan en términos de consumo de energía en el sector respectivo. Por ejemplo, la ES-3 tiene el objetivo de generar suficiente electricidad fotovoltaica para satisfacer el 60% del consumo en los edificios públicos para el año 2035. Entonces, ya que las políticas RCII-1 a RCII-3 generarán reducciones en el consumo de electricidad, la cantidad de generación fotovoltaica para cumplir con los objetivos de la política de ES se reduce (lo que conduce a un menor potencial de reducción de gases de efecto invernadero). El grado de interacción se calculó, y los requisitos de generación FV para ES-3 y ES-4 se redujeron para tener en cuenta esa interacción. Esos resultados finales se muestran en los resúmenes de resultados finales del capítulo 3 y el Resumen Ejecutivo de este informe.

Un traslape intersectorial fue identificado entre AFOLU-2 (silvicultura urbana) y RCII-1 y RCII-2, que abordan el tema de los edificios y el uso de aparatos más eficientes, incluyendo aparatos de aire acondicionado. Uno de los beneficios de AFOLU-2 es un ahorro de energía para edificios que tendrán sombra a través de una expansión de la copa de los árboles urbanos. Este sombreado reducirá los requerimientos de energía para aire acondicionado (AA) para cada uno de estos edificios, y como resultado, el ahorro de energía (y beneficios de GEI) de ambas políticas no será acumulable. Este traslape se ajustó mediante la reducción de los beneficios de ahorro de energía de AFOLU-2. Los impactos en la electricidad de AFOLU-2 se ajustaron para tener en cuenta las estructuras de construcción y aparatos de mayor eficiencia resultantes de RCII-1 y RCII-2. Se supuso que el traslape entre AFOLU-2 y RCII es del 50% después de la plena aplicación de las políticas en 2035. El porcentaje de intensidad energética de la construcción que se asocia con el AA se estimó en un 32% en 2035, consistente con los supuestos utilizados en RCII -1. Esta

superposición da lugar a una reducción de los impactos de electricidad de AFOLU-2, los beneficios de GEI y los costos asociados de electricidad de 16% en 2035.

Las recomendaciones de política que se describen brevemente a continuación, y con más detalle en el Apéndice D, resultan no sólo en una reducción significativa de las emisiones y ahorros en costos, sino que ofrecen una serie de beneficios adicionales. Estos beneficios incluyen ahorros a los consumidores y las empresas en las facturas de electricidad, lo que puede resultar en la reducción del gasto en este rubro en los hogares de bajos ingresos; reducción de la demanda pico, costos de capital y operación del sistema eléctrico, el riesgo de escasez de energía, aumento de los precios de la energía, y la volatilidad de los precios; mejora de la salud pública como resultado de la reducción de la contaminación y las emisiones de partículas de las centrales eléctricas; menor dependencia de las fuentes de combustibles importados; y la expansión de los empleos de cuello verde y el desarrollo económico.

Para que las políticas de RCII recomendadas por el PECC produzcan los niveles de ahorro que se describen aquí, deben ser implementadas de manera oportuna, agresiva y exhaustiva. Esto significa, por ejemplo, no sólo poner las propias políticas en vigencia, sino también atender el desarrollo de las "políticas de apoyo" necesarias para ayudar a que las políticas recomendadas sean efectivas. Si bien la adopción de las políticas recomendadas puede dar lugar a beneficios considerables para el medio ambiente de Coahuila, se requerirá la seguridad del suministro de energía, y la cuidadosa, comprensiva y detallada planificación e implementación, así como el apoyo constante de estas políticas, si éstos han de ser alcanzados.

Descripciones de políticas del sector Residencial, comercial, institucional e industrial (RCII)

Cuatro políticas del sector Residencial, comercial, institucional e institucional (RCII) fueron analizadas para el PECC Coahuila. Enseguida se encuentra un breve resumen para cada política. El Apéndice D contiene las descripciones detalladas, los diseños de política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, fuentes de datos, suposiciones, metodologías, cadenas de causalidad, resultados analíticos independientes, incertidumbres principales, problemas de viabilidad y beneficios y costos adicionales para cada política.

RCII-1. Incrementar la eficiencia energética en construcciones nuevas o existentes- Códigos de construcción y normas

Las modificaciones en la construcción y el diseño de una edificación pueden contribuir a incrementar la eficiencia energética, disminuyendo la demanda de energía para satisfacer las necesidades de acondicionamiento térmico e iluminación, mejoras en confort de los habitantes y, con ello, contribuyendo a mitigar el deterioro del medio ambiente.

En el marco de la sustentabilidad energética, esta política abarca la promoción y regulación del diseño, construcción y remodelaciones mayores de edificios, con la finalidad de construir edificios verdes con baja huella de carbón. Lo anterior, mediante el fortalecimiento, mejora y adopción de códigos de construcción, reglamentos, estándares y normas que promuevan tecnologías de aislamiento térmico, instalación de sistemas de iluminación de bajo consumo eléctrico (lámparas de halógeno, fluorescentes compactas-LFC- y de diodos emisores de luz –LED-) y prácticas de captura de carbono (por ejemplo, azoteas verdes, jardines verticales y huertos urbanos) en edificaciones residenciales, comerciales, institucionales e industriales nuevas.

RCII-2. Incrementar la eficiencia energética en construcciones nuevas – Equipamiento

Parte de las emisiones de GEI de los sectores residencial, comercial, institucional e industrial (RCII) proviene del consumo de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de iluminación, calentamiento de agua, acondicionamiento térmico del aire y funcionamiento de electrodomésticos.

El objetivo de esta política es el incremento de la eficiencia energética en los sectores RCII, mediante una reducción de la demanda energética que apoye la disminución en las emisiones de GEI derivadas la generación, distribución y consumo de energía. (Nótese que la eficiencia del equipamiento en las edificaciones industriales es abordada en RCII-4). Específicamente, en esta política se impulsan las siguientes medidas:

- Uso de la energía solar a través de la instalación de calentadores solares de agua en hogares, y con esto reducir el consumo del gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN) o electricidad en el calentamiento del agua.

- Alentar el uso de calentadores de agua de flujo, con el propósito de reducir el uso del GLP y GN.
- Adquisición de electrodomésticos energéticamente eficientes.
- Utilizar equipos de acondicionamiento térmico más eficientes en el consumo de energía (p.ej. minisplit inverter).

Esta política es complementaria a las políticas 2, 3 y 4 del Sector Energía, las cuales contemplan la instalación de paneles fotovoltaicos para generación in situ en inmuebles residenciales, comerciales, industriales e institucionales.

RCII-3. Incrementar la eficiencia energética en construcciones existentes, exceptuando el sector industrial – Equipamiento

En esta política, la estrategia de mitigación de GEI se orienta en satisfacer las necesidades energéticas de los edificios existentes de los sectores RCII (Residencial, Comercial, Institucional) mediante el reemplazo de tecnologías con alta demanda energética (electricidad y gas) por tecnologías más eficientes. Específicamente, en esta política se impulsan las siguientes medidas:

- Uso de la energía solar a través de la instalación de calentadores solares de agua en viviendas, y con esto reducir el consumo del gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GN) o electricidad.
- Uso de calentadores de agua de flujo para el uso eficiente del GLP y GN.
- Reemplazo de sistemas de iluminación incandescente por sistemas de iluminación de bajo consumo eléctrico (lámparas de halógeno, fluorescentes compactas-LFC- y de diodos emisores de luz –LED-)
- Adquisición de electrodomésticos energéticamente eficientes.
- Reemplazo de equipos de aire acondicionado estándar (equipo de ventana o minisplit) por equipo de alta eficiencia, (p. ej. minisplit inverter).

RCII-4. Estimular la eficiencia energética en el sector industrial mediante equipamiento eficiente energéticamente y mejora en los procesos industriales: sector industrial

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC, 2014) anticipa que, para el año 2020, el sector industrial será el tercer generador de emisiones GEI a nivel nacional. Las principales fuentes de contaminación de este sector se derivan del consumo de combustibles fósiles en los procesos de manufactura, especialmente en las industrias de hierro, acero y cemento.

Debido a la estructura sectorial de la economía en Coahuila, donde destaca el sector de la industria pesada, en las industrias de hierro y acero) así como la metalmecánica, el sector industrial del estado genera alrededor del 29% del total de las emisiones de GEI.

El propósito de esta política es implementar regulaciones e incentivos con la finalidad de disminuir el potencial de calentamiento global a través de una mayor eficiencia energética del sector industrial, mediante mejoras en los procesos de operación, reemplazo y adquisición de maquinaria

y equipo de bajo consumo energético, así como el reemplazo de tecnologías con alta demanda energética en la operación de la industria (electricidad y gas) por tecnologías más eficientes (ej. motores eficientes, sensores, controles y otros componentes eléctricos, así como equipo eficiente para el procesamiento de calor y el calentamiento de agua).

Capítulo 6
Sector transporte y uso de suelo (TLU)

Visión general del sector

Las actividades representadas en el sector transporte y uso de suelo (TLU) incluyen las emisiones por combustión de combustibles producidos por vehículos ligeros y pesados, así como las emisiones producidas por los aviones, embarcaciones marinas y los movimientos ferroviarios. Las políticas de mitigación en el sector TLU toman en cuenta las emisiones directas de gases de los escapes de vehículos, así como las emisiones del sistema de transporte asociadas a la extracción, producción y distribución de combustibles para el transporte, especialmente los destilados de petróleo tales como gasolina, diesel y gasolina de aviación.

En 2010, las emisiones totales del transporte se estimaron en 3.4 $TgCO_2e$. Los mayores contribuyentes fueron la combustión de gasolina de diesel en carretera, que representan el 64% y el 28% de las emisiones totales del sector, respectivamente. La línea base de GEI del sector Transporte se muestra en la Figura 6-1 a continuación.

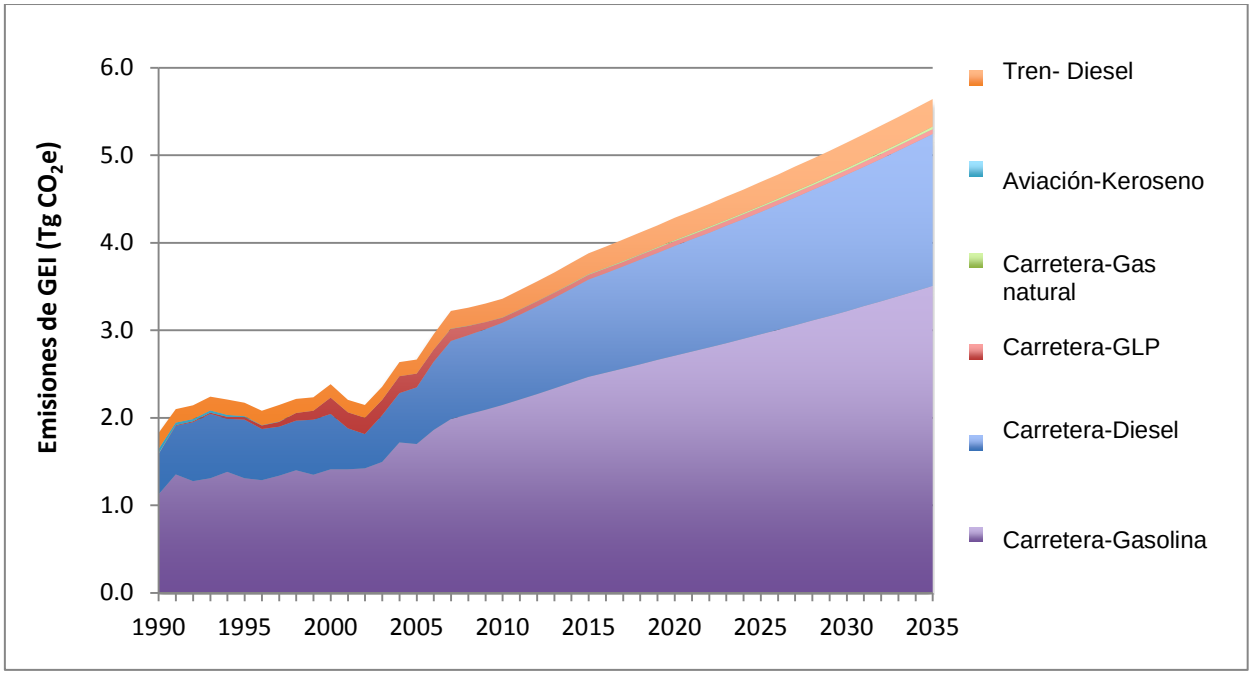
Entre 1990 y 2010, las emisiones totales del transporte se incrementaron en un 84%. En este período de tiempo, las emisiones de diesel en carretera aumentaron en un 103%, a un ritmo más rápido que las emisiones de gasolina en carretera, que aumentaron en un 91%.

Se espera que las emisiones totales del transporte lleguen a 5.6 $TgCO_2e$ en 2035, lo que representa un aumento del 68% desde 2010. En el 2035, se espera que las emisiones de gasolina en carretera aporten un 62% de las emisiones totales del sector, seguido por el diesel en carretera (31%) y por el diesel para ferrocarril (6%).

El cruce de camiones pesados es uno de los aspectos más destacados de la dinámica en la frontera, y además de los beneficios económicos, esto también tiene impactos ambientales y de salud. Los vehículos diesel pesados, la construcción y la maquinaria agrícola son los tres mayores emisores de gases de efecto invernadero en el lado mexicano de la región fronteriza. [42] Nótese que las emisiones de GEI asociados con la venta de combustible en el lado mexicano de la frontera están incluidos en la línea base de Coahuila; sin embargo, las emisiones de los combustibles comprados en el lado estadounidense de la frontera no están incluidos.

[42] Industrial Economics, Incorporated. 2007. *Análisis de emisiones de diésel en la región fronteriza de México y Estados Unidos*. http://www.unep.org/transport/pcfv/PDF/dieselanalysis-Sp.pdf

Figura 6-1. Emisiones de GEI en transporte por medio y fuente de combustible



Principales retos y oportunidades

Coahuila tiene oportunidades sustanciales de reducir emisiones de GEI de fuentes de transporte. Los principales enfoques para reducir las emisiones de GEI incluyen:

- aumentar la densidad urbana;
- cambiar los desplazamientos urbanos hacia modos de tránsito más eficientes energéticamente; e
- incrementar la eficiencia de los vehículos.

Durante los últimos cincuenta años, la población nacional no sólo se triplicó, sino que ha habido una migración de zonas rurales a zonas urbanas. Para el año 2010, las ciudades de más de 15,000 habitantes representaron el 72% de la población total del país (Programa Nacional de Desarrollo Urbano, 2014-2018, Pág. 3). El ritmo acelerado de crecimiento de la población en las ciudades fue seguido por una expansión de las zonas urbanas y una disminución en la densidad urbana. Al mismo tiempo, ha habido un crecimiento drástico en el número de vehículos en la flota del Gobierno del Estado. Estas tendencias revelan el crecimiento desordenado de las ciudades de México, donde los sistemas de movilidad urbana son cada vez más dependientes del automóvil privado. A pesar de las grandes inversiones en infraestructura vial, los problemas de congestión del tráfico se han agudizado, mientras que las distancias medias recorridas han aumentado de manera exponencial. Cada vez más coches están en las carreteras, lo que aumenta el total de kilómetros-vehículo recorridos (KVR), a velocidades medias decrecientes, generando efectos secundarios significativos en el tiempo, los gastos de traslado y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los sistemas de movilidad urbana sustentables buscan frenar y revertir estas tendencias, mediante una diversificación cualitativa y cuantitativa de la gama de opciones de movilidad. Se busca racionalizar el uso del automóvil, estimulando en paralelo el transporte público masivo y la movilidad no motorizada. Para ello se requiere la modernización de los sistemas de transporte público masivo, el desarrollo de la infraestructura para los peatones y ciclistas, e implementar proyectos de mejoramiento estético y la ampliación de las áreas verdes en vialidades, parques, jardines y demás espacios urbanos.

Para alentar la adquisición de autos eléctricos, híbridos enchufables e híbridos, esta política se plantea: incorporar este tipo de vehículos en la flota del gobierno estatal y de los municipios del estado; proporcionar a los particulares que los adquieran, estímulos fiscales en la compra (exención del IVA e ISAN) y tenencia (exención del pago por este concepto), así como privilegios especiales para su estacionamiento; apoyar, conjuntamente con los fabricantes de autos eléctricos e híbridos con plantas en el estado, el desarrollo de una red de estaciones de recarga.

Visión general de las recomendaciones del plan e impactos estimados

Tres políticas fueron desarrolladas y analizadas para el sector TLU, que son consistentes con las oportunidades identificadas arriba.

- *TLU-1. Índice de densidad urbano*.- Incrementar el índice de densidad urbano (habitantes por hectárea) de las principales zonas metropolitanas del estado. (Saltillo-Arteaga-Ramos Arizpe, La Laguna, Monclova-Frontera, Piedras Negras-Nava).
- *TLU-2. Movilidad urbana sustentable*. - Reestructurar la demanda de los distintos medios de transporte, es decir, reducir el porcentaje de utilización del automóvil de pasajeros privado e incrementar la participación relativa de la utilización del transporte público masivo, la bicicleta y caminar.
- *TLU-3. Flota del Gobierno energéticamente eficiente*.- Incrementar la participación de vehículos híbridos, híbridos enchufables y eléctricos en la flota gubernamental.

La Tabla 6-1 proporciona un resumen del análisis microeconómico de las políticas del PECC para el sector TLU. Estos resultados se muestran de forma "independiente", es decir, cualquier superposición entre las políticas aún no se ha tenido en cuenta.

Tabla 6-1. Resumen del análisis microeconómico de TLU: resultados independientes

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e**		**2035 Acumulado**	**2035 Acumulado**	**VPN 2016-2035**	**Costo Beneficio**
		2025 Tg	**2035 Tg**	**$TgCO_2e$**	**$TgCO_2e$**	**$Millones**	**$/$tCO_2e$**
TLU-1	Índice de densidad urbana	(0.068)	(0.12)	(1.3)	(1.7)	($3,025)	($1,776)
TLU-2	Movilidad urbana sustentable	(0.19)	(0.35)	(4.4)	(5.6)	($30,338)	($5,390)
TLU-3	Flotilla gubernamental energéticamente eficiente	(0.000051)	(0.000088)	(0.00095)	(0.0012)	$3.7	$3,004
	Totales	**(0.26)**	**(0.48)**	**(5.7)**	**(7.3)**	**($33,359)**	**($4,549)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Discusión de traslapes

No se espera que la TLU-3 interactúe con las otras políticas del sector en virtud de que tiene efectos en un segmento muy estrecho de la flota vehicular del estado de Coahuila, específicamente en la flota de vehículos gubernamentales, la cual no está directamente contemplada en TLU-1 o en TLU-2. Se esperan algunos traslapes entre la TLU-1 y la TLU-2 debido a que una mayor densidad urbana en TLU-1 puede inducir un cambio de medio de transporte del automóvil hacia el transporte público urbano. Por esta razón, se ajustaron a la baja los costos y las reducciones en las emisiones de GEI por consumo de gasolina de TLU-2 para tomar en cuenta menos traslados en vehículos en general. Este traslape se incrementa a lo largo del escenario temporal contemplado para la política; hacia el 2030, las reducciones de gasolina de TLU-2 se ajustan a la baja en un factor del 1.9 %, lo cual es equivalente a la reducción en los kilómetros recorridos por vehículo contemplados en la TLU-1.

La incorporación de vehículos eléctricos enchufables a la flota del gobierno estatal prevista en TLU-3 aumentará la demanda de electricidad. Las emisiones bajo el escenario de la política de este consumo marginal de electricidad se contabilizan en el análisis microeconómico con el fin de evaluar la rentabilidad de esta acción. El relativamente pequeño aumento adicional de la demanda de electricidad para TLU-3 se ha tenido en cuenta en la evaluación integradora descrita en la sección 3.7 para la oferta y la demanda de electricidad. El impacto de TLU-3 no dio lugar a ninguna necesidad de volver a definir la mezcla de generación de electricidad marginal empleada durante el análisis de los impactos de GEI.

Tabla 6-2. Resumen del análisis microeconómico de TLU: ajustado por traslapes intrasectoriales

		Resultados ajustados por traslapes intrasectoriales					
		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
ID de política	**Título de política**	**Impactos anuales CO_2e 2025 Tg**	**Impactos anuales CO_2e 2035 Tg**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**2035 Acumulado $TgCO_2e$**	**VPN 2016-2035 $Millones**	**Costo Beneficio $/t$CO_2e$**
TLU-1	Índice de densidad urbana	(0.068)	(0.12)	(1.3)	(1.7)	($3,025)	($1,776)
TLU-2	Movilidad urbana sustentable	(0.19)	(0.35)	(4.3)	(5.6)	($30,201)	($5,428)
TLU-3	Flotilla gubernamental energéticamente eficiente	(0.000051)	(0.000088)	(0.00095)	(0.0012)	$4	$3,004
Total después de interacciones/ traslapes		**(0.26)**	**(0.47)**	**(5.6)**	**(7.3)**	**($33,222)**	**($4,571)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Descripciones de políticas de transporte y uso de suelo (TLU)

Tres políticas del sector Transporte y uso de suelo (TLU) fueron analizadas para el PECC Coahuila. Enseguida se encuentra un breve resumen para cada política. El Apéndice D contiene las descripciones detalladas, los diseños de política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, fuentes de datos, suposiciones, metodologías, cadenas de causalidad, resultados analíticos independientes, incertidumbres principales, problemas de viabilidad y beneficios y costos adicionales para cada política. Las recomendaciones de política que se describen brevemente a continuación no sólo dan lugar a la reducción de emisiones y en algunos casos los ahorros en costos, sino que también ofrecen una serie de beneficios adicionales, tales como la reducción de la contaminación del aire local; comunidades más saludables, más habitables; y el aumento de las opciones de transporte. Las políticas que buscan mejorar las opciones de viaje y reducir KRV tendrían el efecto adicional de reducir el congestionamiento vial y mejorar los tiempos de traslado y una fiabilidad de éste, mientras que los vehículos estarían ociosos menos tiempo y podrían funcionar a velocidades en las que son más eficientes. Las políticas para mejorar la eficiencia de los vehículos y suministro de combustibles más limpios harán que los kilómetros recorridos sean menos intensivos en emisiones. En general, la mayoría de las políticas producen ahorros significativos de combustible, lo que se traduce en ahorros directos al público conductor y a las empresas. Para TLU-1 y TLU-2, estos ahorros superan los costos para cumplir con la regulación o para implementar nuevos programas.

TLU-1. Incrementar los índices de densidad urbana para reducir distancias medias en los traslados urbanos

La variable crítica de una movilidad urbana eficiente no es la velocidad de los traslados, sino la distancia media de los recorridos. Durante los últimos cincuenta años, al igual que en las principales zonas metropolitanas del país, en las ciudades más importantes del estado se han abatido drásticamente los índices de densidad urbana (en términos de habitantes por hectárea). Esta política buscaría contener primero y posteriormente revertir la tendencia, permitiendo la conformación de ciudades más compactas, en las cuales se reduzca la distancia media de los traslados cotidianos de sus habitantes.

Es importante señalar que la mayor densidad urbana no requiere un incremento sustancial en la altura de las construcciones, pues existen reservas importantes de tierra en las áreas urbanizadas de las ciudades (en la capital del estado, los baldíos ocupan casi la cuarta parte se la superficie de la ciudad de Saltillo). De esta forma, una reestructuración del impuesto predial para incrementar la tarifa en áreas no desarrolladas, elevaría el costo de la especulación y alentaría la utilización de estos espacios para atender las necesidades derivadas del crecimiento poblacional. De manera complementaria, debe adaptarse la regulación de uso del suelo, para permitir desarrollos mixtos, contribuyendo así a reducir las distancias de los traslados urbanos.

TLU-2. Promover sistemas de movilidad urbana sustentable

El propósito de estas medidas es modificar la estructura de los traslados cotidianos a favor de medios de transporte limpios o con menores emisiones de GEI, reduciendo simultáneamente los costos y tiempos de traslado, mejorando la estética de los espacios públicos, la calidad de vida y la competitividad económica de las ciudades. La ampliación de las áreas verdes permitirá también incrementar su capacidad de captura de carbono.

Como parte de estas acciones, Coahuila se sumará a las estrategias nacionales que buscan diseñar e instrumentar una política de movilidad sustentable para ciudades de 500 mil o más habitantes (Estrategia 3.5.1, PECC), que pretende impulsar proyectos clave de transporte con criterios de reducción de tiempos de recorrido, rentabilidad socioeconómica e impacto ambiental. (Estrategia 3.5.7, PECC).

TLU-3. Estimular la compra y el uso de vehículos híbridos eléctricos en las flotas gubernamentales

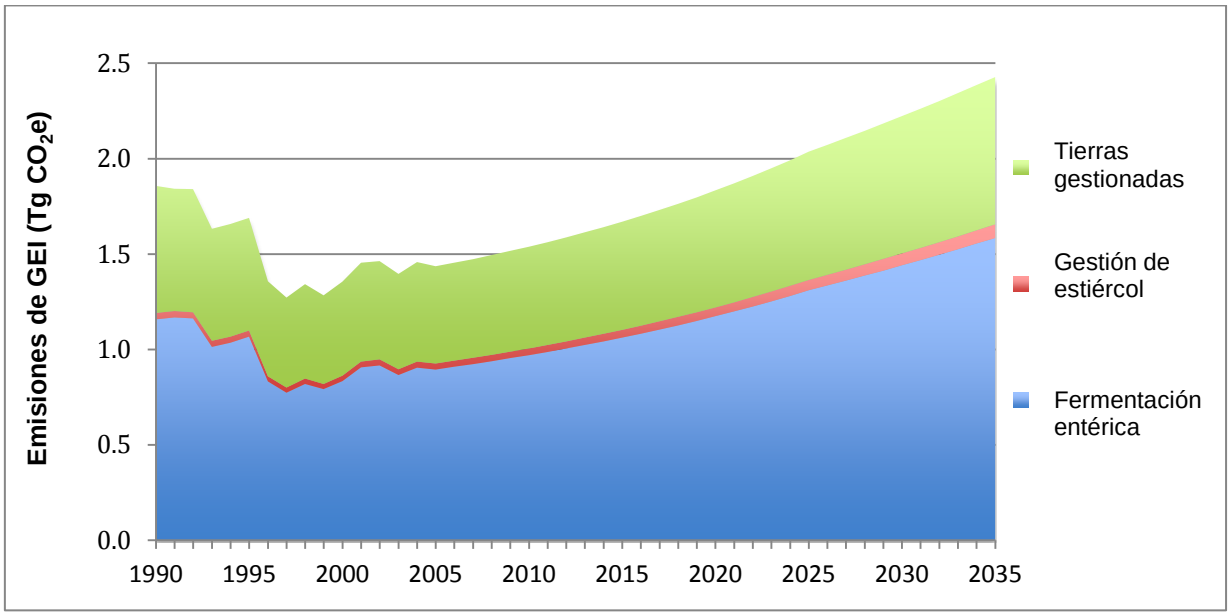
Para alentar la adquisición de autos eléctricos, híbridos enchufables e híbridos, se plantea: incorporar este tipo de vehículos en la flota del gobierno estatal y de los municipios del estado; proporcionar a los particulares que los adquieran, estímulos fiscales en la compra (exención del IVA e ISAN) y tenencia (exención del pago por este concepto), así como privilegios especiales para su aparcamiento; apoyar, conjuntamente con los fabricantes de autos eléctricos e híbridos con plantas en el estado, el desarrollo de una red de estaciones de recarga.

Capítulo 7
Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (AFOLU)

Visión general del sector

El sector AFOLU consiste en dos subsectores principales: agricultura y, silvicultura y otros usos del suelo. El subsector de la agricultura se puede desglosar aún más en: producción de cultivos y manejo del ganado. Las emisiones de GEI de la producción de cultivos provienen principalmente de un grupo de fuentes conocidas como "suelos gestionados". La Figura 7-1 proporciona la línea base de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector de la agricultura. Las emisiones de los suelos gestionados incluyen las emisiones de N_2O de los aportes de nitrógeno a los suelos de cultivo y las emisiones de CO_2 procedentes de la aplicación de urea y encalado de suelos. En Coahuila, la información sobre la aplicación de urea y encalado del suelo no fue identificada durante el esfuerzo de la línea base de 2010, y por lo tanto no están incluidos. Además, se espera que las emisiones de N_2O y CH_4 de la quema de residuos de cultivos añada pequeñas cantidades a los totales del sector agrícola, sin embargo, los datos sobre esta actividad también fueron escasos.

Figura 7-1. Línea base de GEI de Agricultura en Coahuila



Como se indica en la figura 7-1, se espera que las emisiones para el sector de la agricultura crezcan a lo largo del período pronosticado debido al crecimiento continuo en el sector ganadero. Las emisiones del subsector de la gestión del ganado incluyen CH_4 de gestión del estiércol y de la

fermentación entérica (ganado, principalmente). La Figura 7-1 indica que las emisiones del manejo del estiércol contribuyen muy poco a las emisiones sectoriales. Esto se debe tanto al clima de Coahuila, como a los métodos de gestión del estiércol. Las emisiones de fermentación entérica junto con los suelos gestionados son las fuentes predominantes de gases de efecto invernadero para Coahuila.

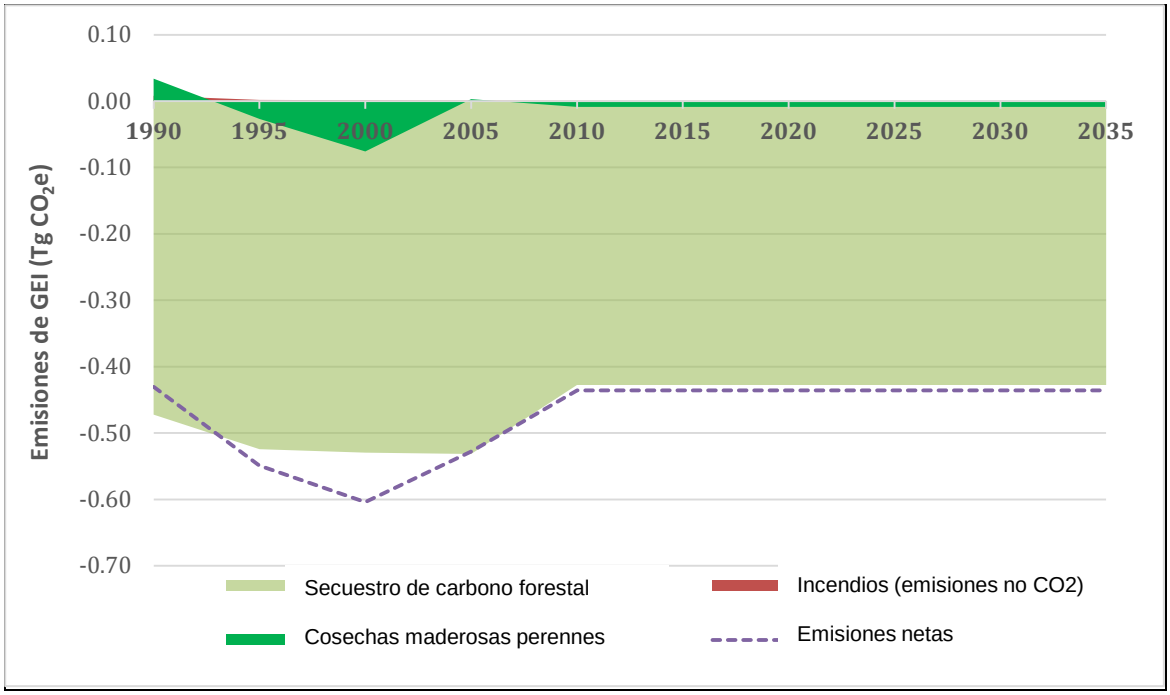
En general, el sector de la agricultura contribuye con sólo una pequeña cantidad de emisiones de GEI de Coahuila. En 2005, el sector contribuyó con alrededor del 5% de las emisiones de todo el estado. Se espera que esto permanezca más o menos igual en el año 2035 en condiciones ESC. Es importante señalar que estas estimaciones de emisión sólo incluyen fuentes distintas a la combustión. Las emisiones de GEI también se darían a partir de la combustión de combustibles en maquinaria agrícola y procesos. Sin embargo, como es común en muchos de los esfuerzos de inventarios, un desglose de la combustión de combustibles para el uso agrícola no estaba disponible en el trabajo de inventario previo realizado por el CCS. La única excepción fue para la combustión de gas licuado de petróleo (GLP) en la agricultura (en el año 2005, se emitieron aproximadamente 0.02 $TgCO_2e$). El combustible diesel es el más común para el uso en la agricultura, especialmente la producción de cultivos. Se asume que el uso de combustible agrícola se incluye en los datos de uso de combustible utilizados para estimar el uso de combustible comercial o industrial. Como no se podía hacer un cómputo para todos los combustibles, las emisiones se excluyeron de la Figura 7-1; sin embargo, se incluyen en los totales de las emisiones a nivel estatal de los resúmenes en este informe.

La línea base de GEI del sector Forestal y otros usos de suelo (FOLU) se proporciona en la Figura 7-2 a continuación. En contraste con los otros sectores, se estima que FOLU sea un sumidero neto de emisiones en Coahuila. La línea de las emisiones netas se muestra en el gráfico indica que como resultado de la captura de carbono en el subsector forestal, las emisiones netas globales para FOLU son aproximadamente la mitad de un teragramo. Los valores de secuestro de carbono de los bosques (C) abordan la acumulación de biomasa en los bosques del estado, las pérdidas debido a las alteraciones (incluidos incendios) y cosechas de madera.

Otras fuentes de emisiones en el sector FOLU son las emisiones que no son CO_2 (CH_4 y N_2O) de los incendios forestales y el flujo neto de carbono en la agricultura perenne (es decir, huertos). Estas emisiones son demasiado pequeñas para ser vistas en el gráfico. Para los incendios forestales, las emisiones de CO_2 son biogénicas y por lo tanto, son tratadas como neutrales en términos del violentamiento climático, aunque se deducen de las estimaciones totales de secuestro del bosque C. Las emisiones de la agricultura perenne también se muestran como negativas, lo que indica una captura neta de CO_2 de la atmósfera.

El flujo de carbono forestal urbano es un subsector de FOLU que no se abordó en el anterior trabajo de la línea base de Coahuila debido a la falta de datos. Este subsector comprende secuestro neto de CO_2 en los árboles urbanos. No se espera que los bosques urbanos sean una fuente o sumidero neto significativo en Coahuila basados en el clima y la cubierta urbana actual; sin embargo, la expansión de la cobertura forestal urbana es un objetivo común de política en muchos planes de acción climática y se analizó como una política de este PECC (como se describe más adelante en este capítulo).

Figura 7-2. Línea base de GEI en Coahuila para FOLU



Principales retos y oportunidades

Mientras que el sector AFOLU contribuye poco a la línea base general de las emisiones de Coahuila, hay oportunidades para la reducción de emisiones en otros sectores que resultan de la aplicación de las políticas agrícolas y forestales. Por ejemplo, la producción de electricidad renovable a partir de la digestión anaerobia de estiércol de ganado compensa los requisitos de energía de la red eléctrica, lo que reduce indirectamente las emisiones del sector de suministro eléctrico. Del mismo modo, una política que busca ampliar la cobertura de las copas de los árboles urbanos dentro del estado no sólo produce beneficios de GEI mediante el aumento de la retención de carbono, sino que también reduce los requerimientos de energía para edificios que están sombreadas por los nuevos árboles urbanos. Nuevamente, esto reduce las necesidades de electricidad de la red y compensa las emisiones del suministro de electricidad.

Es este tipo de acciones las que ofrecen las mejores oportunidades para la reducción neta de gases de efecto invernadero en Coahuila y los beneficios económicos asociados. Otras áreas para considerar en análisis futuros de políticas del sector AFOLU son la gestión del carbono del suelo y el manejo de nutrientes. Alineado con el manejo de nutrientes está la implementación de tecnologías nuevas y más eficientes para la producción de cultivos. Éstas también ofrecen posibilidades de reducir las emisiones en otros sectores, ya que debido a las limitaciones de datos actuales, el uso de combustible para la agricultura se incluye dentro del sector Transporte.

Visión general de las recomendaciones del plan e impactos estimados

Tres políticas fueron desarrolladas y analizadas para el sector AFOLU, consistentes con las oportunidades identificadas arriba:

- *AFOLU-1. Gestión de estiércol del ganado lechero.-* Esta política propone utilizar el estiércol del ganado que se genera en las granjas lecheras de Coahuila para la producción de biofertilizante y electricidad y apoyar con ello, la disminución en el uso de combustibles fósiles en la generación de energía.
- *AFOLU-2. Silvicultura urbana.-* La reforestación urbana incluye la restauración y mantenimiento de las áreas verdes con énfasis en el rescate y la conservación de las especies nativas. Esto permite conservar y resguardar la amplia biodiversidad genética presente en el estado. Asimismo, los árboles urbanos que son plantados estratégicamente proveen sombra y/o protección contra el viento a los edificios, y por tanto, pueden producir beneficios de ahorro de energía (en CO_2, principalmente disminuyendo los costos de aire acondicionado en el verano). Adicionalmente, los árboles urbanos capturan agua de lluvia que permite disminuir la cantidad de agua que termina en el tratamiento de aguas residuales en áreas que tienen sistemas de alcantarilla combinados.
- *AFOLU-3. Silvicultura rural.-* La reforestación y conservación de estas tierras promueve un incremento en el secuestro de bióxido de carbono por encima de lo esperado en el escenario sin cambios (ESC) en la cobertura de la tierra (por ejemplo, pastizales o matorrales). Beneficios adicionales de la reforestación incluyen mayor potencial de rescate para especies nativas, protección de la biodiversidad, y el acrecentamiento de los mantos acuíferos

La Tabla 7-1 abajo muestra el resumen de resultados del análisis microeconómico conducido para cada una de las políticas de AFOLU. Estos resultados se muestran de manera "independiente", lo que significa que se evaluaron contra el ESC asumiendo que no se implementaría ninguna otra política. Estos resultados indican que el total anual de reducciones de GEI en 2035 sería de 0.15 $TgCO_2e$ y las reducciones acumuladas de 2016 a 2030 serían de 1.7 $TgCO_2e$. Los costos sociales netos de implementación serían de $404 millones de pesos ($2014). Los costos de implementación para el conjunto de políticas (CE= $147) son relativamente bajos para las políticas del sector AFOLU, si bien el potencial de reducción de GEI es modesto.

Tabla 7-1. Resumen del análisis microeconómico de AFOLU: resultados independientes

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año Base 2014$*	
		Impactos anuales CO_2e		**2035 Acumulado**	**2035 Acumulado**	**VPN 2016-2035**	**Costo Beneficio**
ID de política	**Título de política**	**2025 Tg**	**2035 Tg**	**$TgCO_2e$**	**$TgCO_2e$**	**$Millones**	**$/$tCO_2e$**
AFOLU-1.	Gestión del estiércol de Ganado lechero[a]	(0.026)	(0.055)	(0.74)	(1.8)	$285	$159
AFOLU-2.	Silvicultura urbana[b]	(0.0037)	(0.0093)	(0.085)	(0.089)	$4.2	$47
AFOLU-3.	Silvicultura rural[c]	(0.042)	(0.084)	(0.88)	(0.88)	$115	$131
Totales		**(0.072)**	**(0.15)**	**(1.7)**	**(2.8)**	**$404**	**$147**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

[a] Los estimados de costos excluyen el valor incremental potencial del biofertilizante.

[b] Los beneficios totales de las políticas de forestación no se observan sino hasta el completo desarrollo de los árboles recién plantados. Por ejemplo, en 2075, el CB=MX$130, indicando un ahorro social neto.

[c] Los beneficios totales de las políticas de forestación no se observan sino hasta que se considera el completo desarrollo de los árboles. Por ejemplo, en 2075, el CB=MX$27, indicando un costo social mucho más bajo.

Discusión de traslapes

No se identificaron traslapes intrasectoriales entre las políticas AFOLU. Sin embargo, sí existen potenciales traslapes o interacciones intersectoriales entre las políticas del PECC Coahuila. Por ejemplo, AFOLU-2 que aborda la silvicultura urbana incluye los beneficios de ahorro de energía, los beneficios de GEI asociados y costos de implementación, para el sombreado y protección contra el viento de edificios, se solapa con las políticas RCII-2 y -3 que abordan la eficiencia energética en los edificios residenciales y comerciales (a través nuevos códigos y normas, y electrodomésticos y equipamiento más eficientes). Estas coincidencias se discuten más profundamente en el Capítulo 3 (Sección 3.7).

La otra área en la que puede haber interacciones entre sectores es en situaciones donde una política AFOLU tiene un impacto estimado en el sistema eléctrico (por ejemplo, una nueva eficiencia energética o las energías renovables). La Sección 3.7 ofrece una explicación de cómo se abordaron estos tipos de interacciones del sistema de energía eléctrica para todos los sectores con políticas que tienen impactos del sistema eléctrico. Las políticas de AFOLU involucradas aquí son AFOLU-1 y -2. La implementación de AFOLU-1 (gestión del estiércol lechero) dará lugar al suministro de

electricidad renovable adicional a la red, mientras que AFOLU-2 (silvicultura urbana) reducirá la demanda de energía de los edificios.

Otro traslape entre sectores identificado para las políticas del sector AFOLU está entre AFOLU-2 y RCII-1 (y, potencialmente, en menor medida para RCII-2). Los impactos de ahorro de energía en los edificios alcanzados mediante la aplicación de AFOLU-2 (mayor sombreado de edificios que resultan en menores demandas de aire acondicionado) se superpone con las reducciones de energía asociadas con una mayor eficiencia de aparatos de aire acondicionado en el sector RCII. Para hacer frente a esta superposición, se hizo una reducción del 50% al ahorro de electricidad estimado para AFOLU-2. Estos ajustes se describen en la sección del Capítulo 5 donde se abordan los traslapes de las políticas de RCII, y son considerados dentro de los resultados finales del PECC Coahuila.

Ya que no se identificaron traslapes intrasectoriales en AFOLU, los resultados mostrados en la Tabla-2 abajo no muestran cambios respecto a los resultados independientes de la Tabla-1 de arriba.

Tabla 7-2. Resumen del análisis microeconómico de AFOLU: ajustado por traslapes intrasectoriales

		Resultados ajustados por traslapes intrasectoriales[a]					
		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año Base 2014$*	
		Impactos anuales CO_2e		**2035 Acumulado**	**2035 Acumulado**	**VPN 2016-2035**	**Costo Beneficio**
ID de política	**Título de política**	**2025 Tg**	**2035 Tg**	**$TgCO_2e$**	**$TgCO_2e$**	**$Millones**	**$/$tCO_2e$**
AFOLU-1.	Gestión del estiércol de Ganado lechero	(0.026)	(0.055)	(0.74)	(1.8)	$285	$159
AFOLU-2.	Silvicultura urbana	(0.0037)	(0.0093)	(0.085)	(0.089)	$4.2	$47
AFOLU-3.	Silvicultura rural	(0.042)	(0.084)	(0.88)	(0.88)	$115	$131
Total después de interacciones/ traslapes intrasectoriales		**(0.072)**	**(0.15)**	**(1.7)**	**(2.8)**	**$404**	**$147**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

[a] No se identificaron traslapes intrasectoriales entre las políticas de AFOLU.

Descripciones de políticas de Agricultura, silvicultura y otros usos de suelo (AFOLU)

Tres políticas del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU) fueron analizadas para el PECC Coahuila. Enseguida se encuentra un breve resumen para cada política. El Apéndice F contiene las descripciones detalladas, los diseños de política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, fuentes de datos, suposiciones, metodologías, cadenas de causalidad, resultados analíticos independientes, incertidumbres principales, problemas de viabilidad y beneficios y costos adicionales para cada política.

AFOLU-1. Gestión de estiércol del ganado lechero

Esta política propone utilizar el estiércol del ganado que se genera en las granjas lecheras de Coahuila para producir biofertilizante y electricidad, y con ello apoyar la disminución en el uso de combustibles fósiles en la generación de energía. El enfoque será en la región de La Laguna, en donde bajo la tendencia actual se espera que solamente el 7% del estiércol del ganado lechero sea manejado utilizando tecnologías de digestión anaeróbica (DA) que reducen las emisiones de metano y producen electricidad renovable. Con la implementación de esta política, el 40% del estiércol será gestionado vía digestión anaeróbica para el 2025. La política se dirigirá a la implementación de tecnología DA en las dos grandes lecherías (>1,500 cabezas de ganado; 60% de la población meta) y lecherías medianas (500 – 1,500 cabezas de ganado; 40% de la población meta).

AFOLU-2. Incremento y mantenimiento de vegetación urbana

La reforestación urbana incluye la restauración y mantenimiento de las áreas verdes con énfasis en el rescate y la conservación de las especies nativas. Esto permite conservar y resguardar la amplia biodiversidad genética presente en el estado. Asimismo, los árboles urbanos que son plantados estratégicamente proveen sombra y/o protección contra el viento a los edificios, y por tanto, pueden producir beneficios de ahorro de energía (en CO_2, principalmente disminuyendo los costos de aire acondicionado en el verano). Adicionalmente, los árboles urbanos capturan agua de lluvia que permite disminuir la cantidad de agua que termina en el tratamiento de aguas residuales en áreas que tienen sistemas de alcantarilla combinados.

La política busca plantaciones incrementales de cinco mil árboles urbanos por año, comenzando en el 2016 durante el periodo de planeación al 2035. Esto resulta en la expansión del bosque urbano del estado en un total de cien mil árboles (el equivalente de más o menos 240 hectáreas de bosque rural para el estado). Adicionalmente, la mayor parte de estas nuevas plantaciones (65%) se localizarán estratégicamente para lograr beneficios en el ahorro de energía.

AFOLU-3. Incremento y conservación de vegetación en áreas rurales

La reforestación y conservación de estas tierras promueve un incremento en el secuestro de bióxido de carbono por encima de lo esperado en el escenario sin cambios (ESC) en la cobertura de la tierra (por ejemplo, pastizales o matorrales). Beneficios adicionales de la reforestación incluyen mayor potencial de rescate para especies nativas, protección de la biodiversidad, y el acrecentamiento de los mantos acuíferos.

Mediante la adquisición de propiedades o el establecimiento de servidumbres de conservación con los dueños de las propiedades, la meta de la política es reforestar aproximadamente 3,200 hectáreas por año durante los veinte años del periodo de planeación del PECC Coahuila (casi 64 mil hectáreas en total). Los terrenos dedicados a la conservación y reforestación estarán en la interfaz rural-urbana que indirectamente influenciará el uso de suelo más eficiente y el "crecimiento inteligente". Por tanto, esta política es complementaria a TLU-1 que busca incrementar las densidades urbanas.

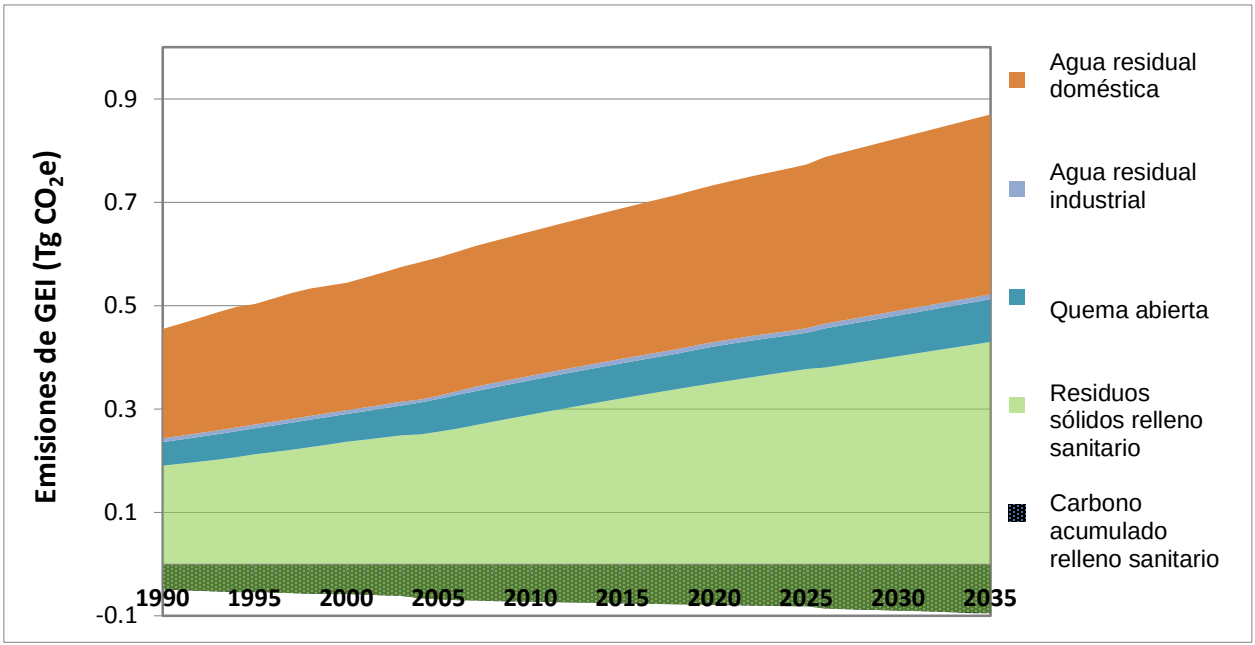
Capítulo 8
Sector manejo de residuos (WM)

Visión general del sector

El sector WM se compone de dos sub-sectores: gestión de residuos sólidos; y el tratamiento de aguas residuales. Cada uno de éstos se puede subdividir aún más en los subsectores industriales y municipales. Sin embargo, en Coahuila, se identificó muy poca actividad de gestión de residuos o tratamiento de aguas residuales industriales. Por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero están casi todas asociadas con el tratamiento municipal. El consumo de energía (tanto combustibles como electricidad) están incluidos dentro de los sectores RCII y Transporte.

La Figura 8-1 a continuación proporciona la línea base de las emisiones de GEI no eléctricas para el sector WM. Las emisiones directamente relacionadas con la electricidad incluirían fuentes como el consumo de combustible de los equipos utilizados en los rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos. Este tipo de información para el consumo de combustible no podía ser desglosado de los datos de consumo de combustible a nivel estatal, por lo que el consumo de combustible probablemente esté agrupado los totales de consumo de combustible de Transporte o RCII. Además, tampoco se incluyen en estos totales las emisiones indirectas asociadas con el consumo de electricidad, especialmente en el subsector de tratamiento de aguas residuales (los que también se agruparán dentro de los subsectores comerciales o industriales).

Figura 8-1. Línea base de GEI de Coahuila de manejo de residuos, emisiones netas no energéticas



Las emisiones que se muestran en la Figura 8-1 representan las emisiones netas, ya que también se incluye el almacenamiento de carbono biogénico en los rellenos sanitarios. El carbono biogénico aquí se refiere a los residuos de alimentos y de jardín. Cuando los materiales de desecho biogénicos (alimentos, los residuos de césped/ jardín, madera, papel) se colocan en los rellenos sanitarios, estos materiales es probablemente tomarán muchas décadas para descomponerse. Como resultado, un cierto nivel de almacenamiento de carbono tiene lugar, y se contó en los resultados de las emisiones netas que se muestran en la Figura 8-1. Los procedimientos de cómputo estándares acreditan el almacenamiento de carbono para los alimentos y los residuos de jardín, pero no para otros materiales biogénicos, como la madera y el papel, ya que la sostenibilidad de sus fuentes es incierta. Este almacenamiento de carbono se estima en 0.07 $TgCO_2e$ en 2010 y se espera que crezca a 0.09 $TgCO_2e$ en 2035.

Las emisiones de metano de los vertederos de residuos sólidos urbanos contribuyen con alrededor del 50% de las emisiones brutas en 2010 (0.36 $TgCO_2e$). Se espera que las contribuciones de esta fuente crezcan para alcanzar alrededor del 54% (0.53 TgCO2e) en 2035. El otro gran contribuyente es el tratamiento de aguas residuales domésticas (las emisiones de CH_4 y N_2O procedentes del proceso de tratamiento). Las contribuciones de emisiones brutas fueron de alrededor del 39% en 2010 (0.28 $TgCO_2e$) y se espera que contribuyan en torno al 36% (0.35 $TgCO_2e$) en 2035.

En general, el sector WM aporta una pequeña cantidad de las emisiones totales del estado. El sector aportó un poco menos de 3% de las emisiones totales de 2010, y en 2035, se espera que la contribución sea del 2% de las emisiones estatales. Es importante señalar que estas emisiones sólo se refieren a las emisiones no energéticas. Las emisiones asociadas a la combustión de combustibles (por ejemplo para el transporte de los residuos, las operaciones del relleno, etc.) o al consumo de electricidad (por ejemplo, para los procesos de tratamiento de aguas residuales) se incluyen en los totales de los sectores RCII y Transporte. En el futuro, los trabajos en la línea base deberían intentar asignar las emisiones relacionadas con la energía de estos sectores a los subsectores de WM aplicables.

Principales retos y oportunidades

Dentro del subsector de gestión de residuos sólidos, las oportunidades para la reducción de emisiones se piensan típicamente en términos de la siguiente jerarquía:

- I. *Reducción de las fuentes de desechos sólidos:* cuando se reduce la generación, las emisiones asociadas a la gestión de todos los procesos siguientes se reducen (por ejemplo, la combustión de residuos o el relleno sanitario); al igual que las emisiones asociadas a la producción inicial y al transporte del material de desecho (emisiones a priori);
- II. *Reciclaje*: reciclar un material de desecho a menudo reduce las emisiones globales asociadas a la producción de materiales y su posterior gestión en los procesos subsecuentes del flujo de residuos;

- III. *Gestión de los orgánicos:* los ejemplos incluyen la digestión anaeróbica, composta, u otros métodos que reducen las emisiones de gestión a posteriori en comparación con los métodos de gestión convencional (por ejemplo, el vertido o combustión);
- IV. *Otros acercamientos mejorados de gestión a posteriori:* estos podrían incluir cualesquiera métodos para reducir las emisiones de los métodos convencionales, incluidos los proyectos de "desechos a energía", la utilización del gas del relleno sanitario, y otras tecnologías.

La política sobre residuos sólidos seleccionada para análisis en el PECC Coahuila pertenece al grupo IV de la jerarquía mencionada arriba: ampliación de la gestión del gas de los rellenos sanitarios dentro del estado.

Para el tratamiento de aguas residuales, hay tres acercamientos generales en la jerarquía del manejo de las emisiones y el uso de energía, y todas tienen muchas alternativas:

- I. *Reducir la generación de aguas residuales*: al igual que con los residuos sólidos, para cualquier generación de aguas residuales reducida - a) menos agua de la fuente tiene que ser extraída, tratada y distribuida, ahorrando energía y emisiones; y b) menos aguas residuales tienen que ser tratadas, lo que también ahorra energía y emisiones. Por lo tanto, este enfoque se dirige a todas las medidas adoptadas por los usuarios finales residenciales, comerciales, institucionales o industriales para reducir su consumo inicial de agua;
- II. *Reutilización o regeneración de aguas residuales*: aguas residuales a menudo pueden ser reutilizadas o regeneradas para otro propósito; por lo tanto, la energía total y las emisiones asociadas con el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales se reducen, asimismo el consumo del recurso hídrico primario (por ejemplo, superficial o subterránea).
- III. *Reducir las emisiones del proceso y/o energía durante el tratamiento de aguas residuales, incluyendo la generación in situ de energía renovable:* existen muchas alternativas aquí, siendo las más comunes las modernizaciones hacia la eficiencia energética en las plantas de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, otras alternativas podrían incluir mejoras en los procesos para reducir emisiones de metano o de óxido nitroso, así como el uso de la digestión anaerobia de residuos orgánicos para generar metano para su uso como calor de proceso o para generar electricidad.

La política WM-2 seleccionada para el PECC Coahuila, "Saneamiento y recuperación de agua para procesos industriales y de riego", proviene del grupo II en la jerarquía de arriba. Más detalles sobre las políticas WM y una evaluación de sus impactos directos se proporcionan en la siguiente sección.

Visión general de las recomendaciones del plan e impactos estimados

Dos políticas fueron desarrolladas y analizadas en el sector WM:

- *WM-1. Utilización del metano de rellenos sanitarios.* – Esta política promueve la captura del metano de los rellenos sanitarios de Saltillo y Torreón para producir electricidad con conexión a la red pública.
- *WM-2. Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación.*- Esta política promueve proyectos para incrementar los porcentajes de regeneración de aguas residuales y la reutilización subsecuente del agua residual. Esta reutilización para procesos industriales e irrigación reduce el uso de energía en comparación al uso de agua potable que puede tener su origen y ser bombeada desde fuentes lejanas.

La Tabla 8-1 a continuación presenta un resumen de los resultados de los análisis microeconómicos realizados para cada una de las políticas de WM. Estos resultados se muestran de forma "independiente", lo que significa que fueron evaluados en relación con las condiciones ESC asumiendo que no se implementaría ninguna otra política. Estos resultados indican que el total anual de reducciones de GEI en el estado en 2035 sería 0.17 CO_2e, y el acumulado de reducciones en el estado serían 2.9 CO_2e de 2016 a 2035. Las reducciones totales, incluyendo las de dentro del estado y, potencialmente, de las de fuera del estado, producidas por estas políticas totalizarían 3.1 $TgCO_2$e a partir de 2016 a 2035. Se estima que la aplicación de ambas políticas resulte en ahorros sociales netos de $ 2,234 millones de pesos ($2014). Estos ahorros se presentan sobre una base del valor presente neto (VPN), utilizando como año base financiero el 2014. El ahorro neto produce un valor de rentabilidad negativo de -$712/$tCO_2$e.

Tabla 8-1. Resumen del análisis microeconómico de WM: resultados independientes

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
		Impactos anuales CO_2e		**2035 Acumulado**	**2035 Acumulado**	**VPN 2016-2035**	**Costo Beneficio**
ID de política	**Título de política**	**2025 Tg**	**2035 Tg**	**$TgCO_2$e**	**$TgCO_2$e**	**$Millones**	**$/$tCO_2$e**
WM-1.	Metano de rellenos sanitarios	(0.13)	(0.13)	(2.1)	(2.2)	($153)	($71)
WM-2.	Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación	(0.037)	(0.051)	(0.76)	(0.98)	$2,081	($2,132)
	Totales	**(0.17)**	**(0.19)**	**(2.3)**	**(3.1)**	**($2,234)**	**($712)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Discusión de traslapes

No se identificaron traslapes intrasectoriales entre las políticas de WM. Sin embargo, sí existen interacciones o traslapes intersectoriales entre las políticas del PECC. Ambas políticas producirán electricidad renovable que, o bien va a suplantar el uso in-situ o será suministrada a la red local. Como resultado, esto produce un posible efecto interactivo con las políticas de oferta de electricidad. La evaluación general de la integración intersectorial de la oferta y demanda de electricidad del PECC Coahuila se proporciona en la Sección 3.5.

Puesto que no hubo interacciones intra-sector o traslapes identificados, los resultados que se muestran en la Tabla 8-2 a continuación no muestran ningún cambio sobre los resultados independientes que se muestran en la Tabla 8-1 arriba.

Tabla 8-2. Resumen del análisis microeconómico de WM: ajustado por traslapes intrasectoriales

		Impactos GEI internos en el estado			*Impactos totales GEI*	*Año base 2014$*	
		Impactos anuales CO_2e		**2035 Acumulado**	**2035 Acumulado**	**VPN 2016-2035**	**Costo Beneficio**
ID de política	**Título de política**	**2025 Tg**	**2035 Tg**	**$TgCO_2e$**	**$TgCO_2e$**	**$Millones**	**$/$tCO_2e$**
WM-1.	Metano de rellenos sanitarios	(0.13)	(0.13)	(2.1)	(2.2)	($153)	($71)
WM-2.	Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación	(0.037)	(0.051)	(0.76)	(0.98)	$2,081	($2,132)
Total después de interacciones/ traslapes intrasectoriales		**(0.17)**	**(0.19)**	**(2.9)**	**(3.1)**	**($2,234)**	**($712)**

*Nota: (Valores negativos de costos) implican ahorros netos a la sociedad y valores positivos de costos implican costos sociales netos.

Descripciones de políticas de manejo de residuos (WM)

Dos políticas del sector Manejo de Residuos (WM) fueron analizadas para el PECC Coahuila. Enseguida se encuentra un breve resumen para cada política. El Apéndice G contiene las descripciones detalladas, los diseños de política, mecanismos de implementación, políticas y programas afines vigentes, fuentes de datos, suposiciones, metodologías, cadenas de causalidad, resultados analíticos independientes, incertidumbres principales, problemas de viabilidad y beneficios y costos adicionales para cada política.

WM-1. Utilización del metano de rellenos sanitarios

Esta política promueve la captura de la energía del metano de los rellenos sanitarios y su utilización en el estado. Esta política extiende la utilización de esta tecnología más allá de las condiciones del ESC que incluye el proyecto de recolección y utilización de 1 mega-watt (MW) en Saltillo. Bajo la política, la recolección de metano y la capacidad de generación de electricidad en Saltillo se duplicará a 2 MW para el 2020. También, para el 2025, un sistema de 1 MW se construirá en el relleno sanitario de Torreón. La electricidad renovable generada por el metano en los rellenos sanitarios de Coahuila será alimentada a la red pública de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La captura y utilización del gas en los rellenos sanitarios reduce las emisiones directas de CH_4, e indirectamente reduce el uso de combustibles fósiles para producir electricidad para la red pública. También genera ingreso y empleo local para los operadores de los rellenos.

WM-2. Saneamiento y regeneración de agua para procesos industriales e irrigación

Esta política promueve tanto un incremento en la recolección de aguas residuales para tratamiento centralizado, como porcentajes crecientes de regeneración de aguas residuales para procesos industriales e irrigación de áreas verdes urbanas y cultivos agrícolas. La política por lo tanto: reducirá la cantidad de emisiones de GEI y contaminación de agua resultantes de no sanear el agua bajo las condiciones del ESC, reducirá la cantidad de agua consumida de fuentes primarias (ej. agua de superficie y del subsuelo), y reducirá la cantidad global de energía requerida para el uso del agua en procesos industriales e irrigación. Como la ampliación de la recolección de aguas residuales y los servicios de tratamiento centralizado requerirán un aumento en el consumo de energía comparado con el ESC, la política también promoverá la aplicación de energía renovable (generación de electricidad fotovoltaica) a niveles que compensarán el incremento de los requerimientos energéticos (por la ampliación de la recolección y los servicios de tratamiento y el uso de energía asociado, sin este aspecto de la política, no habría un beneficio neto de GEI). El uso de agua regenerada para las áreas verdes urbanas permite ahorros en el consumo de agua de los acuíferos, al tiempo que se conservan áreas verdes en las ciudades (véase AFOLU-2). Las fuentes de agua potable para la población también se conservan.