



INFORME FINAL

Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional sobre Contaminantes Climáticos de Vida Corta en México

preparado por el

Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment

en colaboración y consulta con

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

como parte de la

Iniciativa CCAC SNAP

Septiembre 2013

CONTENIDO

Tablas	4
Figuras	5
Reconocimiento	6
Participantes del proyecto	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	19
1.1 Los CCVC y sus Impactos	20
1.2 Mensajes de las Evaluaciones Internacionales	23
1.3 La Importancia de Mitigar CCVC en México y los Co-Beneficios	24
CAPÍTULO 2 PROCESO DE CONTRATACIÓN PARA DESARROLLAR EL APOYO A LA INICIATIVA DE PLANIFICACIÓN NACIONAL SOBRE CCVC EN MÉXICO	26
2.1 Configurar el Proceso de Planificación Nacional SLCP para México	26
2.2 Evaluación de la Línea Base, Inventario de Fuentes de Información y Medidas de Control Pertinentes	30
CAPÍTULO 3 EL CONTEXTO NACIONAL: FUENTES DE EMISION Y EL IMPACTO DE LAS ACCIONES PERTINENTES PARA REDUCIR LAS EMISIONES	42
3.1 Fuentes y Tendencias de CCVC en México	42
3.2 Fuentes Principales de CCVC en México en 2010	47
3.3 Fuentes Principales de CCVC y Probable Tendencia Bajo un Escenario de Referencia	56

	3.4 Medidas para reducir los CCVC en México	58
	3.5 Reducción de Emisiones y Co-Beneficios de Implementación para Reducir los Impactos	60
CAPÍTULO 4	LAS VÍAS PERTINENTES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS CCVC EN MÉXICO	77
CAPÍTULO 5	SIGUIENTES PASOS Y EL CAMINO A SEGUIR	90
	5.1 Coordinación e integración del proceso en el futuro	90
	5.2 Comprobando la Solides de los Resultados	91
	5.3 Establecer las Prioridades de Acción	91
	5.4 Concientización y Capacitación	92
	5.5 Cooperación Regional y Mundial	92
	5.6 Seguimiento de Avances	93
	5.7 Próximos Pasos	93
REFERENCIAS		96
SÍMBOLOS QUÍMICOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES		104
APÉNDICE A	Reuniones de Proyecto y Reunión con Actores Interesados sobre las Estrategias de Mitigación para CCVC	107
APÉNDICE B	Apoyo en el Desarrollo de la “Herramienta para la Evaluación Rápida de Emisiones”	122
APÉNDICE C	Estimaciones de Incertidumbre de Emisiones de CCVC	127
APÉNDICE D	Metodología para Elaborar la Línea Base y los Escenarios de Mitigación para la Iniciativa SNAP de México	137

TABLAS

Tabla		Pág.
1	Instituciones relacionadas en la recopilación de información relevante para CCVC en México	31
2	Iniciativas relevantes para CCVC	34
3	Marco jurídico pertinente a las iniciativas de CCVC	35
4	Medidas de mitigación del Programa Especial sobre el Cambio Climático (2009-2012)	37
5	Proyectos de México registrados como mecanismos de desarrollo Limpio (MDL)	39
6	Iniciativas regionales y estatales en México	41
7	Medidas de reducción de carbono negro por sector	59
8	Medidas de reducción de metano por sector	60
9	Resumen de las medidas consideradas para dos escenarios de políticas de control	61
10	Medidas de las políticas por sector y estimadas reducciones con respecto a la línea de base	64
11	Reducciones acumuladas de las emisiones del 2010 a 2030 (Gg) para el carbono negro y metano	69
12	Base de datos para la evaluación de beneficio	73
13	Emisiones no predeterminados para escenarios históricos, línea base y escenarios con reducción 1 y 2	75
14	Medidas para reducir emisiones de carbono negro	79
15	Medidas para reducir emisiones de metano	85

FIGURAS

Figura		Page
1	Marco base para la planificación Nacional de CCVC en México	28
2	Emisiones (Gg) de carbono negro en México (1990-2010)	43
3	Emisiones (Gg) de carbono negro por sector en México (1990-2010)	44
4	Emisiones (Gg) de metano en México (1990-2010)	45
5	Emisiones (Gg) de metano por sector en México (1990-2010)	46
6	Fuentes de carbono negro y metano en México en 2010	47
7	Emisiones de metano (Gg) por fuente en 2010	49
8	Emisiones de CH ₄ de Ganado (Gg) en 2010	50
9	Emisiones de carbono negro (Gg) por fuente en 2010	52
10	Emisiones de Metano (Gg) progresión 2010 – 2030 (escenario de referencia)	56
11	Emisiones de carbono negro (Gg) progresión 2010 – 2030 para el primer grupo (escenario de referencia)	57
12	Emisiones de carbono negro de PEMEX (Gg) progresión 2013 – 2030 bajo el escenario de referencia	58
13	Reducciones en las emisiones de carbono negro (Mg) para cada sector escenarios de referencia, control 1 y control 2 para 2030	70
14	Reducción de las emisiones de metano (Gg) para cada sector	71
15	Beneficios por sector. Muertes evitadas debido a implementación de los escenarios de mitigación control 2 para el año 2030.	76
16	Principios de orientación del enfoque estratégico para la implementación de medidas CCVC	77

RECONOCIMIENTO

Este documento, Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional sobre Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) en México, fue preparado por el Molina Center para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (MCE2) con la colaboración y consulta del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) como parte de la iniciativa CCAC SNAP liderado por México y el PNUMA. El Stockholm Environment Institute (SEI) y el Molina Center son los miembros principales en la ejecución. Se agradece el financiamiento proporcionado por el gobierno canadiense y el apoyo de la Secretaría de CCAC, así como a otros socios de la iniciativa

El Molina Center agradece al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático por su firme apoyo y colaboración a lo largo de este proceso y su valiosa contribución al desarrollo de este documento, y a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México por proporcionar la base de datos del Inventario Nacional de Emisiones utilizado en este documento. A continuación figura una lista de los participantes en este proyecto.

El Equipo del Proyecto SNAP México también desea reconocer muchos otros que apoyaron la elaboración de este documento, incluidas a los actores interesados que participaron en las reuniones y proporcionaron datos utilizados en este documento.

PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment (MCE2)

Luisa T. Molina	Coordinadora del Proyecto SNAP
Rodrigo González	Asociado Postdoctoral
Miguel Zavala	Investigador Científico
Wenfang Lei	Investigador Científico
Agustin García	Consultor, UNAM
Ina Salas	Consultor
Marina Leal	Consultor

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Francisco Barnés	Director General del INECC
Leonora Rojas	Directora General de Investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional (DGICUR)
Andrés Flores	Director General de Investigación en Política y Economía Ambiental (DGIPEA)
Julia Martínez	Coordinadora del Programa de Cambio Climático (CPCC)
Beatriz Cárdenas	DGICUR, Responsable del SNAP por INECC
Iván Islas Cortés	DGIPEA, Responsable del SNAP por INECC
Abraham Ortinez	DGICUR
Miguel Magaña	DGICUR
Roberto Basaldud	DGICUR
Fabiola Ramírez	DGICUR
Gerardo Arroyo	CIPE
Natalia Reyna	DGICUR
Ingrid Pérez	DGICUR
Andrés Aguilar	DGICUR
Rodolfo Iniestra	DGICUR
Tania López	DGICUR
Carolina Inclán	DGIPEA
Rocio Fernández	DGIPEA
Thalía Hernández	DGIPEA
Jesús Bernal	DGIPEA
Francisco Aviña	CPCC
Santa Paola Centeno	CPCC
Aquileo Guzmán	CPCC
Israel Laguna	CPCC
Alfredo Leal	CPCC
Gloria Salas	CPCC
Jordi Tovilla	INECC

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

David Alejandro Parra	DGCAyRETC
Hugo Landa Fonseca	DGCAyRETC
Oscar León Morales	DGCAyRETC
Roberto Martínez Verde	DGCAyRETC

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

El Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional sobre Contaminantes Climáticos de Vida Corta (SNAP por sus siglas en inglés, Supporting National Planning) es una iniciativa transversal de la Coalición del Clima y el Aire Limpio (CCAC por sus siglas en inglés) para ayudar a los países que desean desarrollar las prioridades de su estrategia nacional para reducir Contaminantes Climáticos de Vida Corta (SLCP por sus siglas en inglés, Short-Lived Climate Pollutants) El objetivo a largo plazo de esta iniciativa es apoyar la integración de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) en la planificación nacional existente; identificar y priorizar las estrategias que los países pueden llevar a cabo y las cuales, a través del marco regulatorio, pueden implementarse dentro de sus políticas existentes de calidad del aire, cambio climático y de desarrollo, así como para identificar las maneras de superar obstáculos y capacitar en su estrategia de planificación. México y PNUMA son los socios principales de esta iniciativa los ejecutores son el Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo (SEI por sus siglas en inglés) y el Molina Center para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (MCE2 por sus siglas en inglés).

México es uno de los cuatro países pilotos (Bangladés, Colombia, Ghana, México) apoyados por CCAC para desarrollar una estrategia de planificación nacional de inicio rápido para CCVC, que incluye todos los elementos de planificación nacional de largo plazo, pero sólo con el nivel de detalle permitido con la información disponible y las evaluaciones preliminares. Un proyecto de primer orden de SLCP SNAP proporcionará el paso inicial para comenzar el trabajo de estrategias de mitigación de CCVC como parte del desarrollo de políticas públicas y programas en México. Estas políticas públicas y programas incluyen las Estrategias de Desarrollo de Bajas Emisiones (LEDS), las Comunicaciones Nacionales, los programas de calidad del aire y el plan de acción climática.

En esta fase piloto de la iniciativa SNAP de México, que se implementó por el MCE2 y en consulta y colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), se incluyen las siguientes actividades:

- Preparación de un documento de planificación nacional de primer orden para México que proporcionará una revisión estratégica de las posibles opciones para reducir los CCVC en México
- Apoyar el desarrollo de un documento de orientación sobre la planificación nacional de contaminantes climáticos de vida corta, basándose en la experiencia de México y otros países participantes.
- Apoyar el desarrollo de la Herramienta para la Evaluación Rápida de Emisiones, que se ha implementado en México para la estimación de las emisiones actuales, los escenarios de emisiones y la utilización de técnicas de rápida evaluación de los posibles beneficios.

- Colaborar con la organización de América Latina y el Caribe (LAC por sus siglas en inglés) en la reunión regional, para generar conocimiento en cuanto a los problemas de contaminantes climáticos de vida corta entre los países y organizaciones participantes. Así mismo, a explorar las maneras de compartir las mejores prácticas y facilitar la colaboración futura entre los socios interesados en la región.

Este documento final introduce el tema y explica la naturaleza de los contaminantes climáticos de vida corta y el proceso de planificación nacional. El documento describe el análisis que han resultado en la identificación de medidas de mitigación pertinentes, que a su vez, podrían ser introducidas o ampliadas en México para reducir las emisiones de carbono negro y metano, y las vías pertinentes para su aplicación. El documento concluye con sugerencias sobre próximos pasos que podrían adoptarse para promover las medidas identificadas y la implementación a través de programas de gobierno, las nuevas iniciativas nacionales y la cooperación internacional. Este documento es parte de un informe integrado de las actividades de inicio rápido para ser revisado por el Grupo de la CCAC.

FUENTES E IMPACTOS DE LOS CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA

Los contaminantes climáticos de vida corta son contaminantes de aire que afectan a la salud y que también contribuyen significativamente al cambio climático. Los principales CCVCs son el carbono negro (u hollín), metano (CH₄), ozono troposférico (O₃) y algunos hidrofluorocarbonos (HFCs). Los CCVC's permanecen en la atmosfera por periodos de tiempo relativamente cortos, por lo tanto, también se conocen como forzadores del clima de corta duración. Debido a su naturaleza, las emisiones de estos agentes pueden ser rápidamente controladas y reducidas con la tecnología existente.

El ozono troposférico no es emitido directamente; es un contaminante secundario formado por un proceso fotoquímico en la atmósfera y debe ser controlado mediante la reducción de los sus precursores, principalmente NO_x (NO + NO₂), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) incluyendo el metano. El ozono troposférico cuando se inhala daña a la salud humana y también reduce el rendimiento de las cosechas.

El metano (CH₄), precursor del ozono troposférico, se incluye como uno de los seis gases de efecto invernadero (GEIs) — CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, and SF₆ — controlados por el Protocolo de Kioto. El metano es un potente gas de efecto invernadero y de corta duración que permanece en el aire por cerca de 10 años, y tiene aproximadamente 25 veces el Potencial de Calentamiento Mundial (PCM) de CO₂ — eliminando una tonelada de metano equivaldría a eliminar 25 toneladas de CO₂ en la escala de cien años, y 76 toneladas en la escala de 20-años. Los estudios recientes indican que los impactos del metano al clima pueden ser de hasta 33 veces más que el de la cantidad equivalente de CO₂; esto corresponde a un PCM-20 de cerca de 100. Desde la era preindustrial, los niveles atmosféricos de metano han aumentado 2.5 veces; aproximadamente el 40% de metano es emitido a la atmosfera por fuentes naturales (por ejemplo, los humedales y las termitas), y alrededor de un 60% proviene de las actividades humanas incluyendo al ganado rumiante, el cultivo de arroz, el tratamiento microbiano de los

residuos (vertederos, estiércol, y aguas residuales), la minería, y los sistemas de petróleo y gas natural.

El Carbono Negro (CN) se emite directamente a la atmósfera en forma de partículas finas ($PM_{2.5}$) y es producido por procesos naturales y actividades humanas a través de la combustión incompleta de los combustibles fósiles, los biocombustibles y la biomasa. Las fuentes primarias de carbono negro incluyen motores diésel, fuentes industriales, minería de carbón, biocombustibles sólidos residenciales para cocinar y para uso en la calefacción, la quema agrícola, los incendios forestales y la combustión a cielo abierto de residuos sólidos. El CN también contribuye con impactos adversos en la salud humana, los ecosistemas y la visibilidad asociados con $PM_{2.5}$.

El Carbono Negro influye en el clima absorbiendo la luz solar directamente en la atmósfera, reduciendo la reflectividad de la nieve y el hielo a través de la deposición, e interactuando con las nubes. Los distintos atributos climáticos del CN y de los gases de efecto invernadero de larga vida dificultan la interpretación con los parámetros de medición comúnmente utilizados para comparar sus impactos climáticos. Actualmente, la mejor estimación, incluyendo efectos directos, los efectos en las nubes y los efectos en la nieve y el hielo sugiere que el CN podría ser el segundo mayor contribuyente al calentamiento global después de dióxido de carbono. Las mejores estimaciones de los valores de PCM -100 y PCM -20 del carbono negro son 900 (intervalo de 100 a 1700) y 3200 (intervalo de 270 a 6200) respectivamente. Aunque existe una gran incertidumbre sobre la magnitud de los impactos del CN en el cambio climático, es muy probable que al mitigar las fuentes con un alto porcentaje de emisión de CN (por ejemplo, motores diésel) se puedan recuperar las regiones cubiertas de hielo y nieve y se generaran beneficios positivos para el clima.

Los Hidrofluorocarbonos (HFCs) son GEIs sintéticos producidos como sustituto de sustancias que agotan el ozono y se usan en la refrigeración, el aire acondicionado, el hule espuma, aerosoles, solvente, y protección contra incendios. Son “amigables” con el ozono porque el flúor forma compuestos estables en la estratosfera. Sin embargo, la mayoría de los HFCs actualmente en uso tienen alto potencial de calentamiento global; se han incluido entre los seis GEI destinados a la reducción de emisiones bajo el protocolo de Kioto. La mezcla actual utilizada de los HFC, ponderada por uso (tonelaje), tiene una vida media de 15 años. En la última década, el uso y las emisiones de HFC han aumentado dramáticamente y eventualmente serán un porcentaje significativo del problema climático mundial en la ausencia de regulación adicional bajo el Protocolo de Montreal.

LOS ESFUERZOS DE MÉXICO Y LOS COMPROMISOS PARA MITIGAR CCVC

El gobierno mexicano, a través del Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), están comprometidos en reducir las emisiones de contaminantes de vida corta y han demostrado este compromiso a través de varios esfuerzos en el ámbito nacional e internacional:

- **Lanzamiento de la Iniciativa Mundial de Metano (GMI por su sigla en inglés).** En Octubre 2010, SEMARNAT y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos lanzaron la iniciativa de GMI para avanzar en la cooperación mundial para el metano y acelerar la implementación de tecnologías y prácticas que reducen las emisiones en la agricultura, minería, vertederos y sectores de petróleo y gas.
- **Colaboración con el PNUMA en informes de evaluación de CCVC.** México, a través de INECC, colaboró con el PNUMA en la estimación de los contaminantes de vida corta y en la evaluación de opciones para abordar la protección climática a corto plazo y los beneficios del aire limpio.
- **Mejorar la comprensión de CCVC.** En 2011, el INECC y el MCE2 patrocinaron varios seminarios sobre los conocimientos científicos y en política pública para mejorar la comprensión de CCVC y para compartir las mejores prácticas con el apoyo de INECC, MCE2, y OMM.
- **Promover la cooperación internacional en CCVC.** En Septiembre 2011, México organizó una reunión ministerial sobre CCVC, a la que asistieron representantes de alto nivel de más de 20 países para promover la cooperación internacional.
- **Desarrollo de Estrategias de Desarrollo de Bajas Emisiones (LEDS por sus siglas en inglés).** El gobierno Mexicano ha establecido como prioridad el crecimiento verde, que incluye un conjunto de iniciativas para promover el crecimiento económico y la equidad entre los ciudadanos conservando o incrementando el capital ambiental. Las estrategias de desarrollo de bajas emisiones (LEDS por su sigla en inglés) es el elemento central para el crecimiento verde, centrándose en el crecimiento de bajo carbono. Además, en enero de 2012, México firmó un acuerdo con la agencia estadounidense para el desarrollo internacional (USAID) para colaborar en la estrategia de desarrollo de bajas emisiones.
- **Implementación de una evaluación integrada de CCVC.** México está colaborando con el PNUMA y MCE2 para implementar un proyecto piloto, patrocinado por el fondo Mundial para el Medio Ambiente, de respuestas integradas a CCVC, que promueve la energía limpia y la eficiencia energética.
- **Participación en la coalición del clima y el aire limpio para reducir los Contaminantes Climáticos de Vida Corta.** En 2012, México se unió a la CCAC como uno de los miembros fundadores y dirigió varias iniciativas, incluyendo la iniciativa SNAP.
- **Participación en Campañas de medición en campo del impacto de las emisiones de la megaciudad.** México, a través de INECC, ha apoyado numerosas campañas de medición en campo, incluyendo MCMA-2003 y MILAGRO-2006, que generó una base de datos amplia y completa sobre las emisiones de la megaciudad en México, incluyendo el carbono negro.

México ha seguido demostrando su compromiso con la reducción de CCVC y es uno de los cuatro países pilotos que han desarrollado una planificación nacional de inicio rápido para CCVC, que significará un primer paso para evaluar sus emisiones y las opciones de mitigación.

LAS FUENTES DE EMISION Y EL IMPACTO DE LAS MEDIDAS ENCAMINADAS A REDUCIR LAS EMISIONES EN MEXICO

Una revisión exhaustiva de los documentos actuales, informes y base de datos y políticas relacionadas con los contaminantes criterio, GEI, demografía, energía, agricultura, residuos sólidos, automóviles, petróleo, gas, y las aguas residuales fue realizada por el equipo del proyecto SNAP, consistiendo del personal de INECC y el personal y consultores de MCE2.

Se organizaron varias reuniones del equipo del proyecto, incluyendo algunos colaboradores de SEMARNAT para adquirir, discutir y compilar la información local y la base de datos necesarias como insumo para la herramienta de cálculo y para identificar las políticas de mitigación específicas para México. El equipo del proyecto se dividió en varios subgrupos de trabajo para facilitar las discusiones y las reuniones de información. Se identificaron y se analizaron nueve sectores claves de carbono negro y metano: agricultura (ganadería, quema de caña de azúcar y labranza), transporte (vehículos diésel y gasolina), residuos (quema a cielo abierto de residuos municipales, rellenos sanitarios, aguas residuales), extracción y distribución de combustibles fósiles (minas de carbón, petróleo y gas, coque), residencial (estufas de leña), procesos industriales (fundición, hornos de ladrillos), generación de energía, incendios forestales, demanda de energía de industria y servicios que incluye sectores comerciales y residenciales. La información y los datos obtenidos de esas actividades fueron utilizados como información de entrada para la Herramienta de Cálculo Rápida de Emisiones y de Evaluación de Escenarios desarrollado por el SEI para evaluar las emisiones y las tendencias y obtener resultados que apoyen el análisis. En los siguientes párrafos se presentan los resultados preliminares.

En 2010 la mayor fuente de metano fue el Ganado (1,808 Gg), representando 43% del total de las emisiones de metano. Los rellenos sanitarios contribuyeron con 23% (976 Gg), la producción de petróleo y gas con 11% (455 Gg), el tratamiento de aguas residuales con 10% (429 Gg), la minería del carbón con 7% (312 Gg), las estufas con 2% (78 Gg), el estiércol del ganado, 1% (44 Gg) y otros 2% (63 Gg). Para el año 2030, las emisiones de metano se proyectan con un aumento de 38%. El incremento más grande son las emisiones de los rellenos sanitarios con 817 Gg del nivel 2010; seguidos por la fermentación entérica con un incremento de 416 Gg y del petróleo y gas con un incremento de 254 Gg.

La industria del petróleo y gas fue identificada como la principal fuente de carbono negro; contribuyó con el 50% de las emisiones de CN (24 Gg). Seguido por las fuentes residenciales (estufas), 13% (6.2 Gg); la demanda de energía industrial, 10% (4.8 Gg); la quema durante la zafra de la caña de azúcar, 7% (3.5 Gg); el sector de transporte, 7% (3.4 Gg); la quema a cielo abierto de residuos municipales (RSM), 5% (2.4 Gg); y la producción de coque 3% (1.4 Gg).

Otros (demanda de energía del sector de servicios, hornos de ladrillos, labranza, generación de energía, la producción de arrabio y los incendios forestales) contribuyen con el 4% (2.0 Gg).

Los grupos de trabajo han identificado las siguientes medidas de mitigación para CN y metano:

Medidas identificadas para reducir emisiones de carbono negro en México

Producción de Petróleo y Gas	
BC-1	Recuperación y utilización, en lugar de ventilación, del gas asociado a los procesos de producción, y la mejora del control de las emisiones no intencionales y fugitivas del proceso.
Estufas	
BC-2	Promover la sustitución de estufas tradicionales (fuego abierto) por estufas mejoradas en los municipios rurales con alto nivel de pobreza (índice de marginación alta y muy alta).
BC-3	Desarrollo de las políticas sociales y ambientales implementadas por SEDESOL, SEMARNAT, CONAFOR, PESA-SAGARPA; orientado a la sustitución de las estufas tradicionales (fogón), con estufas mejoradas en la zona semirural.
Transporte	
BC-4	Disponibilidad a nivel nacional de los combustibles diésel de ultra bajo azufre para vehículos. Normas de emisiones más estrictas.
Quema de la Pre-cosecha de Caña de Azúcar	
BC-5	Fomentar la mecanización de la cosecha de caña de azúcar.
Incendios Forestales	
BC-6	Reforzamiento del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales (CONAFOR).
BC-7	Reforzamiento y control de la Norma Oficial Mexicana NOM-015 SEMARNAT – SAGARPA.
Hornos de Ladrillos	
BC-8	Reemplazo de los hornos de ladrillo tradicional con hornos de ladrillos mejorados.
Generación de Energía (electricidad)	
BC-9	Sustitución de equipos de ciclo combinado a sistemas alternativos (por ejemplo, parques eólicos, plantas de energía nuclear).

Medidas identificadas para reducir emisiones de carbono negro en México

Ganado	
MT-1	Instalación de sistemas de manejo integral de estiércol, que incluye la implementación de biodigestores y el uso del metano recuperado en las granjas (de cerdos y de ganado de carne/lechero).
MT-2	Mejora de la dieta y el manejo del pastoreo de ganado, las variaciones en la ruta metabólica, etc.
Residuos Sólidos Municipales	
MT-3	Reforzar y promover los programas para la separación de residuos sólidos urbanos (RSU), aumentar el número de “programas 3R” de reciclaje (reducir, reutilizar y reciclar) considerado en la LGPGIR.
MT-4	Promover la recuperación de metano en los rellenos sanitarios y utilizarlo para generar energía.
Producción de Petróleo y Gas	
MT-5	Incrementar la recuperación y utilización en lugar de ventilar el gas asociado, y mejorar el control de las emisiones no intencionales y fugitivas de la producción de petróleo y gas.
Aguas Residuales Municipales	
MT-6	Mejorar la gestión de plantas de tratamientos de aguas residuales y la recuperación de metano.
MT-7	Mejorar el tratamiento primario de aguas residuales a secundario y terciario con recuperación del gas y el control de desbordamiento.
Minería del Carbón	
MT-8	Extender la desgasificación y recuperación pre-mina y oxidación del metano del aire de ventilación de las minas de carbón.
Generación de Energía (electricidad)	
MT-9	Sustitución de ciclo combinado a sistemas alternativos (ej., parques eólicos o plantas de energía nuclear).

Además de lo anterior, hay otros sectores que tienen un gran potencial de mitigación de carbono negro, incluyendo la combustión a cielo abierto de residuos municipales, la quema de residuos agrícolas y los vehículos conocidos como “fuera de carreteras”; sin embargo, se necesita más investigación en la segunda fase con el fin de construir los escenarios de referencia iniciales y la evaluación de mitigación.

Las medidas identificadas fueron evaluadas aplicando la herramienta de cálculo con el uso de factores de emisión disponibles y las tasas de actividad identificadas por el equipo del proyecto México SNAP. Actualmente, la Herramienta de Cálculo y Evaluación de Beneficios para México, proporcionada por el SEI, sólo incluye el impacto a la salud; la afectación a la producción de cultivos y el forzamiento radiativo se agregará posteriormente. Es importante señalar que la herramienta de cálculo y evaluación de beneficios es un trabajo en desarrollo,

por lo tanto, Las estimaciones derivadas de la herramienta deben considerarse como resultados preliminares.

Este documento presenta el potencial de mitigación de metano y de carbono negro. En el caso del metano, la mayoría de las alternativas de mitigación incluye una opción para capturar y reutilizar el biogás como combustible para producir energía. En el caso del carbono negro, la mayoría de las alternativas de mitigación se centran en la sustitución de las tecnologías actuales por unas más eficientes y económicas.

Basado en las emisiones obtenidas para el escenario de referencia y la reducción en emisiones por la implementación de las medidas, se estimaron los beneficios a la salud resultantes por cada sector. El beneficio más grande viene del sector residencial, substituyendo la cocina con estufas mejoradas.

La reducción de las emisiones de metano también tiene beneficios, ya que su recuperación significa una alternativa para producir energía limpia distinta a los combustibles fósiles. Además, la reducción prevista de metano reducirá la formación de ozono troposférico y aumentará la productividad de los cultivos.

Además de los escenarios de referencia iniciales, el equipo del proyecto ha evaluado dos escenarios de políticas y ha estimado las posibles reducciones de emisiones. Beneficios totales para la salud y el aporte de cada sector se calcularon para las políticas del escenario 2.

Las Políticas del Escenario 1 consideran un conjunto de medidas plausibles; equipo de cultivo (labranza) reducción en las emisiones de carbono negro usando equipo agrícola más eficiente; reducción de la quema pre cosecha de caña de azúcar mediante la mecanización de la cosecha; reducción del metano en ganado por mejoras en su dieta y el manejo del estiércol; prevención de incendios forestales y su control en los principales cinco estados donde se registran los incendios; reducción de emisiones en el tratamiento de aguas residuales mediante la mejora de la gestión y captura de metano; reducción por los programas de prevención y control en quema de residuos sólidos municipales; reducción de emisiones metano de rellenos sanitarios por los programas de reciclaje; reducción de las emisiones de estufas tradicionales mediante el uso de estufas mejoradas y eficientes; reducción de las emisiones de ladrilleras mediante tecnologías de bajas emisiones; las emisiones fugitivas de gas y petróleo se reducen mediante el uso de sistemas de recuperación de gas y programas de control de fugas; se reducen las emisiones provenientes del transporte mediante el uso de tecnologías diésel eficientes con filtro, combustibles más limpios y eliminación de los vehículos viejos de alta emisión y una estimación de la reducción moderada de emisiones de metano en la extracción de carbón en minas

Las Políticas del Escenario 2 consideran las mismas políticas de reducción del escenario 1 y además se considera el control y la prevención de incendios forestales en todo el país; el uso de estufas eficientes se extiende a todo el país; Las ladrilleras cambian con la tecnología de penetración rápida; se considera una actualización sobre el tipo de plantas de aguas

residuales; y una mayor reducción de las emisiones de metano por extracción de carbón en minas.

Resultados preliminares muestran que las reducciones de emisiones CN son mayores bajo las políticas del escenario 2. La mayor reducción se puede obtener del petróleo y gas, seguido por estufas, transporte, incendios forestales, combustión a cielo abierto de residuos sólidos municipales y quema de caña. Las ladrilleras, además de otros sectores tienen reducciones menores.

Para el metano, puede obtenerse una reducción sustancial mediante la implementación de las políticas del escenario 2: se obtiene la mayor reducción de las emisiones de rellenos sanitarios, seguidas de las aguas residuales, estufas, fermentación entérica, minería de carbón y manejo de estiércol. También se obtienen reducciones por control de la combustión a cielo abierto de residuos sólidos, incendios forestales y quema de caña.

Para hacer el proceso y los resultados más robustos, es necesario mejorar el análisis de las emisiones, la tasa de actividad y los factores de emisión para cada sector. Esto, con el fin de reducir la incertidumbre e incluir los límites de confianza en los resultados, basándose en los métodos disponibles de estimación de la incertidumbre. En este proyecto, en la mayoría de los casos, se utilizaron factores de emisión específicos para México. En algunos casos, los grupos de trabajo buscaron los factores de emisión publicados anteriormente y han seleccionado los valores más adecuados para su utilización en el proyecto. En otros casos, se utilizó la metodología de la EPA para el análisis de los factores de emisión y la estimación de CN utilizando las emisiones de PM_{2.5}. Para los datos de actividad, se debe obtener más información a nivel local para mejorar las bases de datos utilizadas en la herramienta de cálculo.

Para evaluar los resultados, los datos actuales de emisión, utilizados en la herramienta de cálculo, serán revisados periódicamente y se compararán con el Inventario Nacional de Emisiones de México y con la Comunicación Nacional de Cambio Climático. El INECC continuará con el trabajo para reducir la incertidumbre en los factores de emisión y las tasas de actividad. Además, una reciente campaña de medición se llevó a cabo en México como parte de la evaluación patrocinada por el FMMA Evaluación Integral de CCVC y liderado por el MCE2 en colaboración con INECC y otros académicos e instituciones de investigación de México y Estados Unidos. La campaña estuvo dedicada a caracterizar las fuentes de emisiones clave de carbono negro y del metano y puede contribuir a incrementar la información disponible sobre CCVC en México, y para cuantificar y reducir la incertidumbre que los rodea.

PRÓXIMOS PASOS Y EL CAMINO A SEGUIR

Los equipos en colaboración del MCE2 y INECC han hecho avances hacia los objetivos generales establecidos en la fase piloto de la iniciativa SNAP en México con el apoyo de SEMARNAT, así como otros socios de CCAC: Esto incluye la preparación del marco de

planificación nacional, reuniendo la información y la adquisición de las herramientas y metodologías para los procesos de planificación y evaluación.

El equipo del proyecto ha revisado el documento de orientación inicial y ha proporcionado comentarios extensos para su revisión. El documento seguirá desarrollándose durante la segunda fase de la iniciativa SNAP por los socios participantes, basándose en las lecciones aprendidas en la primera fase y al interactuar con otras iniciativas regionales y mundiales.

Aunque la herramienta para evaluación rápida de emisiones ha sido desarrollada más tarde de lo esperado por el SEI, el equipo del proyecto SNAP de México fue capaz de trabajar con las herramientas disponibles. El equipo se ha concentrado en recopilar información específica de México y los datos necesarios para aplicar el conjunto de herramientas disponibles, además de desarrollar la metodología para la construcción de escenarios de referencia y de mitigación para la iniciativa SNAP de México. El equipo del proyecto ha estado usando la herramienta de cálculo desde que fue lanzada a finales de febrero, y estuvo involucrado en las distintas etapas de su desarrollo, así mismo, contribuyó a abordar algunos de los problemas surgidos durante el desarrollo temprano de la herramienta de cálculo, además, proporcionan sugerencias para el refinamiento de las herramientas. Varios problemas fueron encontrados en el uso de la herramienta de cálculo de beneficios, que hasta el momento sólo es capaz de evaluar los impactos sobre la salud humana a la exposición a partículas y otros co-contaminantes. El equipo de proyecto planea seguir apoyando el desarrollo de la herramienta de cálculo y aplicarla para la evaluación de beneficios (la producción de cultivos y forzamiento radiativo) además del análisis económico siempre que estos módulos estén disponibles. SEI planea mejorar la facilidad de uso de las herramientas de cálculo y evaluación, actualizar la base de datos para incluir los HFC y beneficiar más la estimación. Esto debe facilitar la estimación de las emisiones y evaluación del proyecto SNAP de México.

Queda mucho trabajo por realizar en la segunda fase de la iniciativa SNAP. Especialmente, en la comunicación con las partes interesadas en los diferentes sectores y con el fin de asegurar que el proceso de planificación sea incorporado e integrado en el marco regulatorio, en las estrategias existentes de calidad del aire y cambio climático, y en las políticas de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto ha identificado varias medidas importantes de mitigación de carbono negro y metano para México. Sin embargo, con el fin de dar prioridad a las medidas de aplicación más amplias, es necesario evaluar los criterios de cada sector cuidadosamente, teniendo en cuenta el potencial para reducir las emisiones, beneficios y costos de implementación. La selección de las medidas prioritarias es uno de los focos principales para la segunda fase.

Son necesarios datos más completos del inventario de emisiones para caracterizar las fuentes principales de emisiones y evaluar la efectividad de las medidas de mitigación con el objetivo de reducir el CN, metano y otros contaminantes. Basado en su contribución a las emisiones CCVCs, es necesario mejorar los datos de actividad para: los rellenos sanitarios, el tratamiento de aguas residuales, la combustión a cielo abierto de residuos municipales, los vehículos

conocidos como “fuera de carretera”, los equipos agrícolas, las ladrilleras y las estufas. Así mismo, son necesarios mejores factores de emisión para el sector de petróleo y el gas, los hornos de coque, los rellenos sanitarios, el tratamiento de aguas residuales, el transporte, la combustión a cielo abierto de residuos municipales y las ladrilleras.

Una evaluación en el futuro próximo será la implementación de las medidas y la reducción de CCVC. Es importante continuar y promover el diálogo sobre este tema entre las múltiples partes interesadas en los sectores públicos y privados, enlazando a las iniciativas CCAC y cooperación con instituciones internacionales, el compartir las mejores prácticas con otros países, especialmente en América Latina. La exitosa implementación de enfoques de mitigación requerirá programas de capacitación y sensibilización, y proporcionar recursos financieros.

En conclusión, a pesar de la incertidumbre existente sobre los contaminantes del clima de vida corta, especialmente carbono negro, que requiere más investigación, actualmente la información científica y técnica disponible ha proporcionado una base sólida para tomar decisiones de mitigación e implementación, esto – a través de la adecuada participación público-privada, los incentivos financieros y fondos dedicados a la investigación y los marcos jurídicos – de las medidas seleccionadas para lograr beneficios duraderos en la salud pública, el medio ambiente y el clima.

La motivación de la iniciativa de planificación nacional de CCAC SLCP es construir un compromiso en los altos niveles de gobierno para hacer frente a CCVC a nivel nacional realizando un proceso de SNAP. Esto es el caso de México cuando el Presidente Peña Nieto puso en marcha las estrategias nacionales sobre el cambio climático el 3 de junio de 2013, que incluye CCVC como uno de los componentes claves para su mitigación. Esto acelera enormemente el proceso de planificación nacional para CCVC en México y contribuye al crecimiento verde / la estrategia de desarrollo bajo en emisiones de carbono prevista por el INECC y la SEMARNAT.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional (SNAP por sus siglas en inglés) sobre Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC o SLCPs por sus siglas en inglés) es una iniciativa transversal de la Coalición del Clima y el Aire Limpio (CCAC) para ayudar a los países que desean desarrollar las prioridades de su estrategia nacional para reducir CCVC. El Plan Nacional (NAP por sus siglas en inglés) de CCVC es propiedad de los países; es voluntario y los países pueden decidir entrar en un proceso largo o corto. El objetivo a largo plazo de esta iniciativa es apoyar la integración de los CCVC en la planificación nacional existente. Ayudará a identificar y priorizar las estrategias que los países pueden llevar a cabo – centrándose en los éxitos más probables para reducir CCVC. Identificará donde las estrategias de reducción de CCVC pueden implementarse a través de los programas de calidad del aire existentes, cambio climático y el desarrollo de las políticas y marco regulatorio, así como identificar maneras de superar las barreras. México y PNUMA son los socios principales de esta iniciativa con el Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo (SEI por sus siglas en inglés) y el Molina Center para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (Molina Center o MCE2) como los ejecutores.

Este programa para apoyar el desarrollo rápido del proceso de planificación nacional ha sido construido por SEI y MCE2 a petición de la Secretaria de CCAC (PNUMA) con el apoyo financiero proporcionado por el gobierno de Canadá. El objetivo es facilitar el desarrollo temprano de los planes de acción contribuyendo a una rápida acción en algunos países clave. La actividad se desarrolla bajo la orientación de los miembros de la coalición responsables de la iniciativa planificación nacional (PNUMA y INECC en México) y la Secretaria, lo que representa un esfuerzo cooperativo con países claves donde se elaboran los planes de acuerdo a sus necesidades.

Las actividades de esta iniciativa apoyarán la estimación rápida de lo que puede lograrse por los países socios, se demostrará el progreso en los países socios; y una mejora en la coordinación interministerial en CCVC. El programa de trabajo tendrá en cuenta las otras iniciativas consideradas como prioritarias por la Coalición, además de otras iniciativas que se desarrollarán en su momento oportuno. El resultado del trabajo realizado por la Coalición de estas iniciativas será usado en el trabajo de SNAP siempre que sea pertinente, para ayudar a trabajar a la escala nacional con eficacia y tomar ventaja de las iniciativas internacionales.

México es uno de los cuatro países piloto (Bangladés, Colombia, Ghana, México) para desarrollar una planificación nacional inicial rápida para CCVC. El proyecto es ejecutado por el Molina Center para Estudios Estratégicos sobre Energía y Ambiente, en consulta y colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y otras secretarías mexicanas relacionadas, así como con la colaboración de asociados de CCAC que participan en la iniciativa planificación nacional.

Este informe, Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional sobre CCVC en México, está dividido en cinco capítulos: En el capítulo 1 se describe la información sobre CCVC y sus impactos, y la importancia de desarrollar la planificación nacional para México. El capítulo 2 describe el proceso de identificación de las medidas pertinentes que pueden ser introducidas o incentivadas en México; El capítulo 3 presenta las fuentes de emisión y el impacto de las medidas de reducción de las fuentes de emisión relevantes; El capítulo 4 describe las vías pertinentes para la aplicación de las medidas identificadas; El capítulo 5 resume las acciones que podrían adoptarse para promover cada medida con un intento de priorizarlas y sugieren los pasos a seguir para avanzar en el proceso. Además, este documento incluye cuatro apéndices. Apéndice A sintetiza las reuniones del proyecto y las partes interesadas en las estrategias de mitigación; Apéndice B describe la Herramienta de Cálculo para la Evaluación Rápida de Emisiones; Apéndice C describe la estimación de incertidumbre de las emisiones de CCVC; y Apéndice D proporciona una documentación extensa sobre la metodología para la construcción de la líneas base y de los escenarios de mitigación para la iniciativa SNAP de México.

1.1 Los CCVC y sus Impactos

Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC) son contaminantes de aire dañinos que también contribuyen considerablemente al cambio climático. Los CCVC principales son el carbono negro (CN), metano (CH₄), ozono troposférico (O₃) y algunos hidrofluorocarbonos (HFCs). Ellos permanecen en la atmósfera por un lapso corto de tiempo, por lo tanto, se refieren como forzadores del clima de vida corta. Debido a su naturaleza, estos agentes pueden ser rápidamente controlados y reducidos con tecnología existente [UNEP-WMO, 2011; UNEP, 2011a, 2011b].

El ozono troposférico (O₃) no es emitido directamente; es un contaminante secundario que está formado por procesos fotoquímicos en la atmósfera y debe ser controlado mediante la reducción de los contaminantes precursores, principalmente NO_x (NO + NO₂), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), así como el metano. El ozono troposférico daña la salud humana cuando se inhala y también reduce el rendimiento de las cosechas.

El metano (CH₄) es un precursor del ozono troposférico, se incluye como uno de los seis gases de efecto invernadero (GEIs) — CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, y SF₆ — controlados por el Protocolo de Kioto. El metano es un gas de efecto invernadero potente y de corta duración que permanece en el aire por cerca de 10 años y tiene aproximadamente 25 veces el Potencial de Calentamiento Mundial (PCM)¹ de CO₂ — eliminando una tonelada de metano equivale a 25

¹ Potencial de Calentamiento Mundial (PCM) es un índice basado en propiedades radiativas de una buena combinación de GEI, midiendo el forzamiento radiativo (RF) de una unidad de masa de un determinado contaminante en el atmósfera hoy en día integrada durante un horizonte temporal elegido (a menudo 100 años), en relación a la del CO₂ (que siempre tiene PCM de 1). El PCM-100 se utiliza en el protocolo de Kioto, que proporciona una manera simple por el cual las emisiones de un contaminante determinado pueden ser convertidas a las emisiones de CO₂eq. Sin embargo, hay deficiencias documentadas del concepto de PCM, particularmente en la utilización de ello para evaluar el impacto de

toneladas de CO₂ en una escala de cien años (PCM-100), y 76 toneladas en una escala de tiempo de 20 años (PCM-20). Las reducciones del metano no sólo resultan en disminución de metano en la atmósfera, pero también en reducciones de otras sustancias. Su GWP-100, incluyendo efectos indirectos, se estimó recientemente en 33 veces más que la cantidad equivalente de CO₂ [Shindell *et al.*, 2009]; esto corresponde a un PCM-20 de aproximadamente 100. Desde la era preindustrial, los niveles atmosféricos de metano han aumentado 2.5 veces de 700ppb en 1800 a 1774ppb en 2005 [IPCC, 2007] y 1813ppb en 2011². Aproximadamente 40% del metano es emitido a la atmosfera por fuentes naturales (p.ej., los humedales y las termitas), y aproximadamente 60% viene de las actividades humanas, incluyendo al ganado rumiante, el cultivo de arroz, el tratamiento microbiano de los residuos (vertederos, manejo de estiércol, y de aguas residuales), la minería, y el petróleo y los sistemas de gas natural. Las emisiones de metano antropogénico mundial se esperan aumentar al 23% en el año 2020 [USEPA, 2011].

El Carbono Negro (CN) se emite directamente a la atmosfera en forma de partículas finas (PM_{2.5}) y se refiere a menudo como hollín. CN es producido por procesos naturales y actividades humanas de la combustión incompleta de combustibles fósiles, los biocombustibles y biomasa. Las fuentes primarias de carbono negro incluyen motores diésel, fuentes industriales, carbón residencial y biocombustibles sólidos para cocinar y calefacción, la combustión a cielo abierto de residuos municipales, la agrícola y forestal. CN contribuye a los efectos adversos en la salud humana, los ecosistemas y la visibilidad asociados con PM_{2.5} [Bachmann, 2009; UNEP-WMO, 2011; USEPA, 2012].

El Carbono Negro influye en el clima absorbiendo la luz solar directamente en la atmosfera. El Carbono Negro reside en la atmosfera sólo unos días o semanas, lo que significa que la reducción de emisiones puede resultar en una respuesta al cambio climático relativamente rápida. Sin embargo, el mecanismo de calentamiento de CN es mucho más complejo porque CN se emite con otros contaminantes que pueden calentar o enfriar el clima. Cuando partículas de hollín envejecen en la atmosfera, se cubren por químicos relativamente transparentes o translucidos, aumentando su tamaño y la probabilidad de que las partículas absorban la luz del sol. CN y otras partículas también influyen el clima indirectamente por varias interacciones con nubes, nieve, y hielo [ver p.ej. Bond *et al.*, 2007; UNEP-WMO, 2011; UNEP 2011a, USEPA 2012].

Los diferentes atributos de CN y de los gases de efecto invernadero (GEI) hacen difícil la comparación e interpretación en el impacto climático que se basada en métricas comunes.

las especies de vida corta. Mientras que el PCM de gases de efecto invernadero de larga vida bien mezclados (LLGHGs por sus siglas en inglés) no depende de la ubicación y el tiempo de las emisiones, la PCM para especies de vida corta será regionalmente y temporalmente dependiente. La respuesta diferente en la precipitación de un aerosol RF en comparación con un LLGHG RF también sugiere que el concepto PCM puede ser demasiado simplista cuando se aplica a los aerosoles. A pesar del debate científico y económico continuo sobre la utilización del PCM, actualmente ninguna métrica alternativa ha obtenido un estatus comparable [IPCC, 2007; 2009]. Se están desarrollando nuevas métricas diseñadas específicamente para CCVC como CN.

² http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_965_en.html

Conforme al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), el promedio del nivel de forzamiento³ radiativo neto mundial directo de carbono negro de las emisiones de combustibles fósiles se estimó en 0.2 W/m^2 , con un aumento de 0.1 W/m^2 a través de su efecto sobre el albedo en la superficie de la nieve y el hielo [IPCC, 2007]. Sin embargo, Ramanathan y Carmichael [2008] estimaron recientemente que el forzamiento radiativo directo de CN podría ser tan grande como 0.92 W/m^2 y que CN podría ser el segundo mayor contribuyente al calentamiento global después del dióxido de carbono. En una evaluación exhaustiva de CN, Bond et al. [2013] también lo clasificaron como el segundo más importante agente climático individual de calentamiento, con un forzamiento climático total de 1.1 W/m^2 (0.17 a 2.1 W/m^2 variedad). Esta estimación de forzamiento incluye efectos directos, los efectos en las nubes y los efectos en la nieve y el hielo. En comparación, las mejores estimaciones directas e indirectas para dióxido de carbono y metano en 2005 fueron 1.56 y 0.86 W/m^2 , respectivamente [Bond et al., 2013].

Los valores de carbono negro de GEI-100 y GEI-20 estimados por Bond et al. [2013] con todos los mecanismos de forzamientos incluidos son 900 (intervalo de 100 a 1700) y 3200 (intervalo de 270 a 6200), respectivamente. El intervalo grande se deriva de la incertidumbre asociada a los forzamientos climáticos por efecto del carbono negro. El PCM y otros valores usados como indicadores del forzamiento climático varían aproximadamente $\pm 30\%$ entre las regiones emisoras. Los autores observaron que el CN y las emisiones de CO_2 equivalentes a 100-años PCMs tienen un impacto diferente sobre clima, temperatura, precipitación y la sincronización de estos impactos. Éstas y otras diferencias plantean dudas sobre la conveniencia de utilizar una sola métrica para comparar carbono negro y gases de efecto invernadero.

Aunque existe gran incertidumbre sobre la magnitud de los impactos climáticos de carbono negro, es muy probable que la mitigación de fuentes con una alta emisión de carbono negro (ej., los motores diésel) y fuentes que afectan a regiones cubiertas de hielo y nieve tendrían beneficios positivos en el clima. Al reducir las emisiones de CN también resultará en mejoras significativas para la salud pública, en parte debido a que las emisiones de CN están concentradas en zonas urbanas densamente pobladas. Gran parte de la población de las zonas rurales también están expuestos, (ej., al humo de la leña para cocinar).

Los hidrofluorocarbonos (HFCs) son GEIs sintéticos producidos como sustituto de sustancias que agotan el ozono (ODSs por sus siglas en inglés) en el uso de refrigeración, aire acondicionado, espuma, aerosoles, solventes, y protección contra incendios, y como un subproducto accidental durante la producción de ODS HCFC-22. Son amigables con el ozono porque el flúor forma compuestos estables en la estratosfera. Sin embargo, la mayoría de los HFC actualmente en uso tienen alto potencial de calentamiento mundial; se han incluido entre

³ El forzamiento radiativo es una medida de la influencia de un factor en alterar el equilibrio de la energía entrante y saliente en el sistema Tierra-atmosfera y es un índice de la importancia del factor como un mecanismo potencial del cambio climático. En este informe los valores de forzamiento radiativo son los cambios relativos a condiciones preindustriales definidas en 1750 y se expresaron en vatios por metro cuadrado (W/m^2) [IPCC, 2007].

los seis GEI destinados a la reducción de emisiones bajo el protocolo Kioto al UNFCCC [UNEP, 2011b].

La mezcla actual utilizada de los HFCs, ponderada por uso (tonelaje), tiene una vida media de 15 años. En la última década, el uso y las emisiones de HFC han aumentado dramáticamente como ODSs controlados bajo el Protocolo de Montreal de Sustancias que Agotan la Capa de Ozono — como los clorofluorocarbonos (CFCs) y hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) — han sido eliminado y reemplazados por los HFCs. En ausencia de una regulación adicional bajo el protocolo de Montreal, el crecimiento de las emisiones de HFC se acelerará dramáticamente y eventualmente incluirá un porcentaje significativo del problema climático mundial [UNEP, 2011b].

1.2 Mensajes de las Evaluaciones Internacionales

Según evaluaciones recientes de PNUMA [UNEP/WMO, 2011; UNEP. 2011a], una pequeña reducción de las emisiones de metano y carbono negro en diferentes regiones de todo el mundo, utilizando las tecnologías existentes, podrían resultar en la protección del clima a corto plazo, además de beneficios importantes en la eficiencia energética, la salud humana, la producción de los cultivos y los ecosistemas. Las acciones rápidas para disminuir estos contaminantes tienen el potencial de reducir el calentamiento global en -0.5°C previsto para el año 2050, además de reducir más de dos millones de muertes prematuras cada año y de evitar más de 50 millones de toneladas de pérdidas de cultivos anuales.

Sin embargo, hay una necesidad actual de traducir estas medidas en un contexto nacional, teniendo en cuenta las circunstancias nacionales. Las fuentes de emisión de CCVC son múltiples, se presentan en diferentes escalas (involucran un gran número de pequeñas fuentes) y varían entre regiones dentro de un mismo país, lo que hace que estas fuentes de emisión tengan una combinación única, por lo que es necesario generar datos específicos de la región y del país con el fin de emplear medidas de mitigación apropiadas.

El actuar a nivel nacional permite que un país incorpore la reducción de CCVC en sus programas de mejoramiento de la calidad del aire, cambio climático y dentro de la política de desarrollo y en los marcos regulatorios, así como en las políticas sectoriales relacionadas con base en sus prioridades nacionales. Es importante enfatizar que las medidas de mitigación de CCVC complementan pero no sustituyen medidas previstas de reducción de CO_2 . Por lo tanto, reduciendo el calentamiento a largo plazo también requiere de acciones en el presente para reducir las emisiones de CO_2 .

En el caso de HFCs, según un informe reciente del PNUMA [UNEP 2011b], las emisiones de HFC están creciendo a una razón de aproximadamente 8% por año debido a la creciente demanda en las economías emergentes y el aumento de la población. Sin intervención, se proyecta un incremento en las emisiones de HFC que tendrán un nivel mayor al del beneficio climático alcanzado por la reducción previa de emisiones en ODS. Por lo tanto, es importante usar HFCs con bajo PCM y vida corta para minimizar el impacto climático mientras se protege

la capa de ozono. Las alternativas técnicas para reducir la influencia de los HFCs en el clima se dividen en tres categorías: Métodos alternativos y procesos (también llamado alternativas ‘no-en especie’); uso de sustancias no-HFC con poca o cero PCM; y el uso de los HFC bajo-PCM: Varios bajo- PCM HFCs (con duración de menos de unos pocos meses) se han ido introduciendo.

1.3 La Importancia de Mitigar CCVC en México y los Co-Beneficios

México es uno de los cuatro países pilotos apoyado por CCAC para desarrollar una planificación nacional inicial rápida para CCVC, que incluye todos los elementos de planificación nacional de largo plazo, pero sólo con el nivel de detalle permitido por la información disponible y las evaluaciones preliminares. Un proyecto de primer orden SLCF SNAP para México proporcionará un primer plan para empezar el trabajo de las estrategias de mitigación de CCVC como parte del desarrollo de las políticas y programas que México, incluyendo las Estrategias de Desarrollo de Bajas Emisiones (LEDS por sus siglas en inglés), las Comunicaciones Nacionales, los programas de calidad del aire y el plan de acción climática, además de complementar la evaluación integrada a largo plazo de CCVC patrocinado por el Fondo del Medio Ambiente Mundial (FMAM) que se describe a continuación.

México ha adoptado varios esfuerzos para evaluar las emisiones de CCVC y fomentar las medidas de mitigación. Recientemente, el Instituto Nacional de Ecología patrocinó el estudio titulado “Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación” [INE, 2011]. Los objetivos de este estudio eran evaluar el conocimiento actual del metano y carbono negro como forzadores climáticos, revisar las emisiones de metano y carbono negro en México, y proponer un programa de investigación estratégico sobre mitigación, las emisiones y los procesos atmosféricos de metano y carbono negro en México. El estudio incluye un Taller Técnico en metano y carbono negro, por lo que expertos mexicanos de diversos sectores presentaron y discutieron las emisiones de CCVC, las estrategias de mitigación y los retos para su implementación. El estudio proporcionó una lista de las prioridades de investigación dirigidas a CCVC en México y las opciones prioritarias para la mitigación del carbono negro y el metano. El estudio fue coordinado por MCE2 y UNAM-CCA con aportaciones de expertos mexicanos.

México reconoce el impacto transformacional de enfocarse al problema de CCVC en una manera integrada y está llevando a cabo un proyecto piloto para contribuir al desarrollo e implementación de un LEDS sostenible para México a través de una evaluación integrada de CCVC y la demostración de las políticas de mitigación específicas para la protección del clima a corto plazo y los beneficios en eficiencia energética, la salud humana, la producción de cultivos y los ecosistemas. Esta iniciativa, patrocinada por el FMAM y liderada por MCE2 en colaboración con INECC y PNUMA, incluye la participación de varios sectores (p.ej., el transporte, petróleo y gas, tratamiento de aguas residuales, agricultura, industrias pequeñas, y residencial), agencias gubernamentales e instituciones académicas, que ayudarán en el desarrollo de capacidades y colaboración de investigación nacional. También ofrece una oportunidad para México de sistematizar la información de CCVC.

México, a través de INECC, ha apoyado numerosas campañas de medición de campo, incluyendo MCMA-2003 y MILAGRO-2006, que generó una amplia y completa base de datos sobre las emisiones de la megaciudad de México, incluyendo el carbono negro [Molina et al., 2007; 2010].

México ha participado en los esfuerzos internacionales para mitigar CCVC. La USEPA y SEMARNAT, trabajando con otros países, lanzo la Iniciativa Global de Metano⁴ en la Ciudad de México el 1 de octubre de 2010 para avanzar en la cooperación mundial de metano, y acelerar la implementación de prácticas y tecnologías en reducción de emisiones.

México, a través de INECC, colaboró con PNUMA en la evaluación de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta y la evaluación de opciones para la protección del clima a corto plazo y los beneficios del aire limpio [UNEP y WMO, 2011; UNEP, 2011a]. En 2011, INECC y MCE2 organizó un seminario sobre la ciencia y la política de CCVC para mejorar la comprensión de los CCVC y compartir las mejores prácticas con el apoyo de INECC, MCE2 y OMM.

En Septiembre 2011, SEMARNAT organizó una reunión Ministerial sobre CCVC, asistido por representantes de alto nivel de más de 20 países, para promover la cooperación internacional. México fue uno de los seis miembros fundadores de la CCAC, miembro del Comité Directivo y dirige varias iniciativas, incluyendo la producción de ladrillos y las iniciativas de SNAP.⁵

⁴ <http://www.globalmethane.org/gmi/>

⁵ El INECC desarrolló estrategias similares a SNAP para contribuir a la estrategia nacional de cambio climático y al programa estratégico para el cambio climático. A través de la Consultora McKinsey, las curvas de reducción fueron desarrolladas utilizando el análisis de costo-beneficio de las posibles medidas para mitigar los gases de efecto invernadero. Una cartera (establecido en 2020) de 7 sectores consideraron: energía, transporte, petróleo y gas, industrial, forestal y agricultura y las curvas de tendencia para el año 2030. Mientras que sectores eran considerados similares a los establecido para SNAP, existen diferencias en el desarrollo de la base de 2010 como el estudio de McKinsey utilizó los resultados de las emisiones de la Quinta Comunicación Nacional de Gases de Efecto Invernadero en 2010, y los escenarios de mitigación integrada en algunos sectores a los que se presentan en el complemento. Mientras que SNAP centra sus esfuerzos en SLCP y co-contaminantes, el estudio de McKinsey analiza gases de efecto invernadero, en términos de CO₂ equivalente. (Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2013. Actualización de la curva de costos y la cartera de proyectos de mitigación – Actualización de la curva de costos y la cartera de proyectos de mitigación).

CAPÍTULO 2 PROCESO DE CONTRATACIÓN PARA DESARROLLAR EL APOYO A LA INICIATIVA DE PLANIFICACIÓN NACIONAL SOBRE CCVC EN MÉXICO

2.1 Configurar el Proceso de Planificación Nacional SLCP para México

La institución encargada de coordinar la planificación nacional SLCP para México es el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).⁶ Entre otras atribuciones, el INECC es responsable de la estimación de las emisiones; coordinación de investigación científica y técnica; evaluación de metas y acciones en la estrategia nacional para garantizar que cumplan con los objetivos de mitigación y adaptación en la ley; y de proponer recomendaciones de políticas con respecto a las acciones de mitigación y adaptación. El INECC ha apoyado y llevado a cabo estudios sobre SLCP en temas como: implementación de estufas mejoradas, hornos de ladrillos tradicionales, los vehículos con combustibles de diésel, análisis de costo-beneficio, impactos de GEI e impactos sobre la calidad del aire, entre otros.

El Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)⁷ es responsable de promover la protección, restauración y conservación de los recursos naturales y los ecosistemas y bienes y servicios ambientales en México con el fin de facilitar su uso y desarrollo sostenible. La Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental es responsable de formular y llevar a cabo el plan estratégico de medio ambiente, de políticas regionales y locales del ambiente, además fortalecer la coordinación entre los tres niveles del gobierno, mientras que la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGCAyRETC) está encargada de desarrollar el inventario nacional de emisiones en México, además de formular reglamentos.

Además del INECC y SEMARNAT, otras secretarías e instituciones asociadas que incluyen la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Salud (SALUD), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Energía (SENER), y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) fueron consultadas con respecto a la información sobre SLCP. Otras partes interesadas, incluyendo el sector privado, organizaciones de la sociedad civil, la academia, y las comunidades indígenas y locales serán solicitadas para participar en el proceso de SNAP.

⁶ INECC, anteriormente conocido como INE, fue creado bajo la nueva ley de cambio climático aprobado por la legislación Mexicana el 19 de abril de 2012 y firmado como ley por el presidente Calderón en 05 de junio de 2012. La ley establece metas de reducción para el país a las emisiones de gases de efecto invernadero y describe los objetivos de una política de cambio climático. INECC es responsable de los trabajos técnicos necesarios para desarrollar recomendaciones de política (Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación, México, 6 de junio de 2012.)

⁷ <http://www.semarnat.gob.mx/english/Pages/whatissemarnat.aspx>

Para iniciar, el SNAP involucra un estudio de reconocimiento que incluye: Identificar y recopilar la información existente e identificar los vacíos de información sobre emisiones, las evaluaciones de impacto y las ventajas de mitigación (usando la Caja de Herramientas para la Evaluación Rápida de Emisiones desarrollado por SEI); el mapa de las políticas pertinentes, las partes interesadas, las capacidades científicas y técnicas; identificar oportunidades para proporcionar 'beneficios rápidos' (basadas en esas que han sido identificados por otros países); e identificar las barreras para el desarrollo e implementación del NAP.

Las siguientes actividades fueron realizadas durante la implementación del proceso SNAP en México:

1) Consulta Inicial con los investigadores y las partes interesadas que trabajan en los temas de contaminación atmosférica, el cambio climático y el análisis de beneficios

La consulta inicial se realizó con los investigadores y las partes interesadas que trabajan en los temas de contaminación atmosférica, el cambio climático y en el análisis de co-beneficios para asegurar la coordinación de esfuerzos sinérgicos e identificar oportunidades de colaboración. Las consultas y presentaciones se llevaron a cabo con el personal de INECC para discutir el plan de trabajo y proporcionar comentarios. Este trabajo permitió la integración de los investigadores en todas las áreas de INECC que están trabajando en los temas de SLCP: La contaminación urbana y regional, cambio climático, y economía y política ambiental. Se colectó la información sobre la contaminación atmosférica, el cambio climático y el análisis de beneficios generados por el INECC. El INECC ha apoyado estudios relacionados con temas de SLCP tales como: implementación de estufas mejoradas, hornos de ladrillos tradicionales, vehículos diésel, análisis de costo-beneficio, inventario de las emisiones de GEI e impactos de la calidad de aire, entre otros.

2) Reuniones con personal de SEMARNAT

Las reuniones se llevaron a cabo para informar a los funcionarios de la SEMARNAT DGCAyRETC sobre la iniciativa de SNAP y con ello involucrar su participación en el desarrollo del NAP en México. Específicamente, SEMARNAT DGCAyRETC ha proporcionado la base de datos del inventario nacional de emisiones utilizados en este documento.

En México, la institucionalidad ambiental que podría estar implicada en SLCP NAP fue construida con las instituciones que han estado trabajando en el cambio climático, la contaminación atmosférica e impactos de salud. Sin embargo, debido a la reestructuración del nuevo gobierno en el país, otras instituciones aparte de esta lista se podrían incluir en el proyecto SNAP. La próxima reunión será organizada con otras secretarías y entidades asociadas.

3) Desarrollo de los equipos del proyecto y las reuniones de proyecto

a) Desarrollo del equipo de proyecto para la iniciativa SNAP de México

Se formó un equipo multidisciplinario constituido por investigadores del INECC, el Molina Center (MCE2), y consultores. Esto incluyó expertos en el análisis de calidad del aire y su medición, en impactos del cambio climático, en análisis de co-beneficios y en análisis de política y economía para cubrir los diferentes enfoques analíticos en la construcción del marco SLCP SNAP Mexicano (Figura 1).



Figura 1. Marco base para la Iniciativa de Planificación Nacional sobre CCVC en México

b) Reuniones de la organización del proyecto

Se organizaron varias reuniones por el grupo central (personal de MCE2 y consultores) responsable de la implementación del proyecto, en consulta y coordinación con personal de INECC. Las reuniones se centraron en la distribución de las tareas con el fin de desarrollar el plan de trabajo para la Planificación Nacional.

c) Reuniones del equipo de proyecto

Se llevaron a cabo una serie de reuniones del equipo del proyecto que involucraron a personal de INECC y MCE2 y consultores, además de colaboradores de la SEMARNAT, para adquirir, analizar y compilar la información local y la base de datos necesarios para la herramienta de cálculo. El equipo se dividió en varios grupos de trabajo para facilitar los debates y reuniones de información. Una lista de las reuniones del proyecto está incluida en el apéndice A.

4) Establecimiento del proceso de participación de los interesados y la determinación de las funciones

Las funciones de las partes interesadas incluyen proporcionar datos, contribuir en el debate de las políticas y actividades, revisar los informes y participar en las reuniones.

Aunque ha habido conversaciones individuales con las diferentes secretarías y las partes interesadas, la reunión con los interesados se fue retrasado hasta finales de abril porque el proyecto coincidió con cambios considerables en la estructura del gobierno en México. Además, debido al plazo de tiempo tan corto, no fue posible participar en un amplio proceso de consultas con los interesados clave. La primera reunión se estructuró para discutir y evaluar solamente las estrategias de mitigación de dos sectores– estufas y transporte – catalogados como de alta prioridad por el INECC y también debido a la disponibilidad de la información y la oportunidad de discutir con los accionistas involucrados en estos dos sectores. Otros sectores serán considerados en fases futuras.

La reunión con los interesados se llevó a cabo el 26 de abril de 2013, donde asistieron representantes de las agencias gubernamentales, la academia, el sector privado y la sociedad civil organizada. La sesión de la mañana incluyó presentaciones fundamentales en CCVC de la Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental de SEMARNAT y el Director General de INECC, además de un resumen del proyecto apoyado por el GEF y la iniciativa CCAC. La sesión de la tarde consistió en dos sesiones paralelas de los grupos de trabajo sobre transporte y cocinas; los participantes se involucraron en discutir las emisiones y las estrategias de mitigación. La agenda, lista de participantes y un resumen de las sesiones del grupo de trabajo se incluyen en el Apéndice A.

2.2 Evaluación de la Línea Base, Inventario de Fuentes de Información y Medidas de Control Pertinentes

1) Material relevante sobre las fuentes de CCVC y las medidas de control en México

La principal información sobre fuentes de emisión de CCVC en México proviene de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) [INECC-SEMARNAT, 2012] y del Inventario Nacional de Emisiones 2008 (una base de datos preliminar fue proporcionado por DGCAyRETC SEMARNAT para uso en este proyecto).

- Inventario Nacional de Emisiones 2008 (INEM-2008). Incluye estimaciones de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVs), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO₂), material particulado (PM₁₀), y amoníaco (NH₃).
- La Quinta Comunicación Nacional. Incluye emisiones de los 6 GEIs controlados por el Protocolo de Kioto para el año base de 2010, además de las emisiones históricas y tendencias desde 1990. Este documento contiene una estimación de las emisiones de carbono negro.

Los conjuntos de datos pertinentes, compilados por el equipo del proyecto SNAP fueron discutidos con DGCAyRETC y se compararon con INEM-2008.

2) Las instituciones participantes en la recopilación de información relevante para CCVC en México

En México, la agenda de políticas sobre CCVC del gobierno está integrada en las políticas de Cambio Climático Nacional. La Comisión Intersecretarial para el Cambio Climático (ICCC) coordina varios organismos administrativos públicos a nivel federal con actividades relacionadas con el CCVC. También existe un esfuerzo a nivel regional, incluyendo la Comisión Regional de Cambio Climático de la Península de Yucatán en los estados de Campeche, Quintana Roo, y Yucatán. Dentro de su competencia, los estados también establecen oficinas locales ICCC para coordinar políticas públicas adecuadas, diseñar o modificar sus leyes al tema de cambio climático en concordancia con la política del gobierno federal. Los Estados también están a cargo de desarrollar un Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

Las instituciones públicas y privadas al nivel federal y local que participan en la recopilación de información relevante para SLCP están dadas en la Tabla 1.

Los materiales escritos concernientes a las emisiones de contaminantes CCVC se han desarrollado por SEMARNAT. También hay colaboración entre las siguientes instituciones: Secretaría de Energía (SENER), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Servicio Geológico Mexicano, DuPont México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Economía (SE), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Secretaría de Desarrollo Agrario,

Territorial y Urbano (SEDATU), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Tabla 1. Instituciones relacionadas en la recopilación de información relevante para SLCP en México

Secretaría	Información Recopilada
SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación)	Información sobre el estado de desarrollo del sector agrícola y el compromiso de reducir las emisiones de CO ₂ .
SALUD (Secretaría de Salud)	Información sobre enfermedades, salud humana e ingresos hospitalarios debidos a los contaminantes del aire.
SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)	Información sobre el sector del transporte y la infraestructura.
SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social)	Información sobre indicadores sociales y económicos.
SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)	Responsable de la política de medio ambiente. A cargo del desarrollo del NEI y monitoreo de la calidad del aire a nivel federal.
INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático)	Responsable de la investigación del medio ambiente. A cargo de las comunicaciones nacionales sobre cambio climático y la línea base de CO ₂ .
CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)	Responsable del sector forestal. Información sobre los incendios forestales, los impactos y la superficie afectada por incendios forestales en el país.
SENER (Secretaría de Energía)	Información sobre el sector energético (ej., combustibles, eficiencia energética), balance de energía y prospectiva del consumo de energía y sobre PEMEX (producción de petróleo y gas).
INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)	Información sobre indicadores económicos, ambientales y sociales.

3) Iniciativas referentes a SLCP

En México, actualmente no existe ningún marco jurídico nacional explícitamente dedicado a regular los CCVC. Sin embargo, el país está dirigiendo varios esfuerzos para evaluar las emisiones de SLCP y fomentar las medidas de mitigación a través de las comunicaciones nacionales y en las políticas para mejorar la calidad del aire.

La mitigación del metano ha sido un componente de la política nacional de México sobre el cambio climático. Los rellenos sanitarios, el tratamiento de aguas residuales, emisiones fugitivas de las operaciones de petróleo y gas natural, y agricultura son fuentes principales

identificadas por los inventarios nacionales de emisiones de GEI. También están incluidos como fuentes claves en inventarios estatales, con variaciones dependiendo del nivel de urbanización y las emisiones en cada estado. En 2010, con respecto al carbono negro, el gobierno del Distrito Federal publicó el primer inventario de emisiones de carbono negro para el Área Metropolitana de la Ciudad de México del año 2008 [SMA-GDF, 2010]. El estado de México también acaba de publicar el inventario de emisiones de carbono negro. Ambos inventarios utilizan la metodología de la EPA de estimación en carbono negro basado en la relación $PM_{2.5}/BC$.

Las fuentes de emisión de los precursores de ozono troposférico y su impacto en las concentraciones de ozono en la ciudad de México y a escalas regionales han recibido mucha atención en la última década, así como el análisis de los datos sobre el monitoreo continuo de la calidad de aire y el análisis extenso de los datos de dos campañas de monitoreo (MCMA-2003 y MILAGRO-2006) [Molina et al., 2007; 2010]. Las conclusiones principales e implicaciones en las políticas han sido usadas por los funcionarios públicos para diseñar nuevos programas de gestión de la calidad del aire [PROAIRE 2011-2020]. El INEGI utiliza los procedimientos del IPCC de nivel 1 y nivel intermedio. Más detalles son necesarios en ambos inventarios para incluir impactos al clima de corto plazo como una base para definir medidas de mitigación específicas.

México cuenta con varias estrategias de clima en implementación que pueden contribuir con el proyecto SLCP. México adoptó su Programa Especial de Cambio Climático (PECC) en 2009, que incluye un conjunto de acciones de mitigación y adaptación a realizarse en todos los sectores pertinentes. Un nuevo programa especial sobre el cambio climático se está preparando y estará disponible a mediados de 2013.

En la reunión COP15 en Copenhague en 2009, México se comprometió voluntariamente a reducir sus emisiones de GEI en un 30% (261 MtCO₂e) para 2020, con respecto al escenario base tendencial (EBT), recibiendo la prestación de apoyo financiero y tecnológico de países desarrollados como parte de un acuerdo global. Para cumplir con su compromiso, el gobierno Mexicano ha establecido como una prioridad el crecimiento verde, que incorpora un conjunto de iniciativas dedicadas a promover el crecimiento económico y la equidad entre los ciudadanos preservando o incrementando el capital ambiental. Las Estrategias de Desarrollo Bajo en emisiones (LEDS por su sigla en inglés) son primordiales para el crecimiento verde, centrándose en el crecimiento de bajas emisiones de carbón. LEDS también es apoyado por USAID como parte de la colaboración entre Estados Unidos y los gobiernos Mexicanos. LEDS y SLCP mitigan los mismos sectores, (transporte, basura, agricultura, residencial, industria, petróleo y gas, etc.) lo que demuestra el valor que las evaluaciones y las exposiciones, realizadas en el marco del proyecto SLCP, tendrán para el logro de los objetivos del LEDS.

Aunque están en marcha importantes esfuerzos en México para evaluar las fuentes de SLCP, estos esfuerzos aún no han conducido a un inventario de emisiones nacionales que cubra todas las emisiones de manera integral. México reconoce la importancia de utilizar un enfoque integrado de mitigación en armonía con un mejor conocimiento sobre las fuentes específicas de

SLCP para desarrollar e implementar medidas de mitigación con prioridad más específica. El gobierno Mexicano, a través de INECC, está llevando a cabo un proyecto de evaluación integrado de CCVC. Esta evaluación está dirigida a contribuir al desarrollo e implementación de un LED más integral y sostenible a través de una evaluación integrada de CCVC, la exposición de las políticas de mitigación específicas para la protección del clima a corto plazo y los beneficios en eficiencia energética, la salud humana, la producción de cultivos y los ecosistemas. Este proyecto evaluará las principales fuentes de emisiones de metano, carbono negro y otros co-contaminantes; las políticas de mitigación apropiadas y su costo/beneficio relativo y co-beneficios; los medios por los cuales los CCVC podrían integrarse e incorporarse en los procesos de elaboración de políticas existentes teniendo en cuenta las oportunidades y los obstáculos para su aplicación y además, las actividades de apoyo ayuden a superar las barreras financieras, institucionales, técnicas y socio-políticas identificadas. El proyecto piloto es patrocinado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y en colaboración con México, UNEP y MCE2. Está siendo ejecutado por MCE2 en coordinación con INECC e involucra la participación nacional e internacional de expertos en ciencias y políticas públicas.

El 3 de junio de 2013, el Presidente de México, Enrique Peña Nieto, puso en marcha las estrategias nacionales sobre el cambio climático, que incluyen a los CCVC como componentes clave para la mitigación del cambio climático.⁸ Esto facilitará enormemente el proceso de planificación para SLCP en México y en la integración de estrategias SLCP para el crecimiento verde/ programa de desarrollo de bajo carbono.

4) Las iniciativas de políticas públicas implementadas en México en el pasado

México ha implementado varias iniciativas para reducir las emisiones de SLCP en el contexto de cambio climático y para mejorar la calidad del aire. Estas iniciativas fueron desarrolladas en diferentes áreas tales como la investigación, legal, las medidas de mitigación del cambio climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Tablas 2-6 listan algunas de las iniciativas pertinentes para CCVC que se han implementado en México a niveles federal y estatal.

⁸ <http://www.encc.gob.mx/>

Tabla 2. Iniciativas relevantes para CCVC

Iniciativa	Objetivo Principal
Participación en la Iniciativa Global de Metano	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar acciones para combatir el cambio climático en el desarrollo de energías limpias y economías más fuertes
Inventario Nacional de Emisiones GEI (desde 1995)	<ul style="list-style-type: none"> - Generar información sobre el estado actual del problema de GEI - A nivel estatal: Inventario Estatal de Emisiones de GEI - Nivel estatal (1990 - 2010)
Inventario Nacional de Emisiones (desde 1999)	<ul style="list-style-type: none"> - Generar información sobre las fuentes de emisiones de contaminantes, nivel y tipo de contaminación en el país
Inventario de Carbono Negro en la Ciudad de México (desde 2008)	<ul style="list-style-type: none"> - Generar información sobre el estado actual del problema de CN

Tabla 3. Marco jurídico pertinente a las iniciativas de CCVC

Iniciativa	Objetivo Principal
Quema a cielo abierto	<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones técnicas (NOM 015-SEMARNAT-SAGARPA) para quema de bosques y áreas agrícolas. - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos^a
Calidad del Aire (quema de residuos)	<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones técnicas y límites de emisión de contaminantes generados por la quema a cielo abierto de residuos (NOM-098-SEMARNAT-2002)
Calidad del Aire (transporte)	<ul style="list-style-type: none"> - Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible (NOM-050-SEMARNAT-1993) - Límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o sin metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. (NOM-042-SEMARNAT-2003) - Límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos sin metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores (NOM-044-SEMARNAT-2006) - Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (NOM-041-SEMARNAT-2006) - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (NOM-045-SEMARNAT-2006) - Emisiones de bióxido de carbono (CO₂) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos (NOM-163-

Iniciativa	Objetivo Principal
	SEMARNAT-ENER-SCFI-2013) - Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. (NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005) ^b
Calidad del aire fuentes fijas	- Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. (NOM-043-SEMARNAT-1993) - Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición (NOM-085-SEMARNAT-2011)
Calidad del aire contaminación atmosférica	- Control de emisiones de azufre proveniente de plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos (NOM-137-SEMARNAT-2003)
Ozono estratosférico (capa de ozono)	- Eficiencia Energética, Requisitos de Seguridad al Usuario y Eliminación de Clorofluorocarbonos (CfCs) para Aparatos de Refrigeración Comercial Autocontenidos. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado. (NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000)
Calidad del aire contaminación atmosférica	- Contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COVS), en la fabricación de pinturas de sacado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos (NOM-121-SEMARNAT-1998)
Normas de calidad del aire	- NOM-020-SSA1-1993. Límite de O ₃ para la protección a la salud - NOM-021-SSA1-1993. Límite de CO para la protección a la salud. - NOM-022-SSA1-1993. Límite de SO ₂ para la protección a la salud - NO ₂ NOM-023-SSA1-1993 Límite de NO ₂ para la protección a la salud - TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5} NOM-025-SSA1-1993 Límite de partículas para la protección a la salud - NOM-026-SSA1-1993. Límite de plomo para la protección a la salud

Fuentes:

^aLey General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Artículo 100, fracción II
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>

^bNOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005
http://www.profeco.gob.mx/juridico/normas/noms_economia.asp

Todas las NOM para el ambiente (fuentes fijadas, las emisiones, la calidad del aire)
 SEMARNAT, 2013 (<http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/inicio.aspx>)

Tabla 4. Medidas de mitigación del Programa Especial sobre Cambio Climático (2009-2012)⁹

SECTOR	Subsector	Medidas de Mitigación
Sector Energético	Producción de Petróleo	Reducir las emisiones fugitivas en la producción, transporte y distribución de gas natural. Meta: 1,20 MtCO ₂ eq (2009 - 2012) y 0,30 MtCO ₂ eq/año (en 2012).
	Electricidad	Reducir las fugas de SF ₆ en la transmisión de electricidad y la distribución de electricidad. Objetivo: Establecer un programa para reducir las fugas de SF ₆ en los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 2010.
Sector Transporte	Transporte por Carretera	Reducir las emisiones de GEI en un ahorro anual en el consumo de diésel y gasolina equivalentes a 16 PJ del programa de transporte de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE): 1.20 MtCO ₂ eq (2008-2012); 0,40 MtCO ₂ eq / año (en 2012).
	Transporte por Carretera	Reducir emisiones de GEI mediante la incorporación de las empresas de carga y transporte de pasajeros y servicios de carga en el programa de "Transporte Limpio" (SEMARNAT), que promueve la mejora del transporte: 2.70 MtCO ₂ eq (2008-2012); 0,90 MtCO ₂ eq / año (en 2012).
	Transporte por Carretera	Reducir emisiones de GEI como consecuencia de la eliminación de 15.100 vehículos: 1,10 MtCO ₂ eq / año (en 2012).
	Transporte por Carretera	Desarrollar cuatro esquemas de financiamiento para satisfacer las diferentes sub-sectores de transporte que hacen posible que la renovación de 40.000 vehículos / año.
	Transporte fuera de Carretera	Reducir las emisiones de GEI mediante el aumento de la cuota del transporte ferroviario en el transporte de mercancías de tierra federal (del 26% al 28,3% en términos de ton / km): 3,90 MtCO ₂ eq (2009-2012); 1,60 MtCO ₂ eq/año (en 2012).
	Transporte por Carretera	Aumentar la proporción de áreas metropolitanas y ciudades de más de 100.000 habitantes con proyectos de modernización del transporte público desde el 36% en 2006 al 100% en 2012, que el desarrollo de sistemas de transporte y vías rápidas de autobús confinado. (PROTRAM, FONADIN)
	Transporte por Carretera	Reducir las emisiones de GEI mediante la sustitución de autobuses de pasajeros de baja capacidad con la puesta en marcha de los Sistemas 1, 2 y 3 del Tren Suburbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: 0.42 MtCO ₂ eq (2009-2012); 0.17 MtCO ₂ eq (2012).
	Transporte fuera de Carretera	Retirar 400 barcos de pesca (camaroneros) de la sobrepesca y con un ahorro de 77.3 millones de litros de diésel al año: 0.60 MtCO ₂ eq (2009-2012); 0.22 MtCO ₂ eq (en 2012).

⁹ Un nuevo Programa Especial de Cambio Climático está en preparación y estará disponible a mediados de 2013.

SECTOR	Subsector	Medidas de Mitigación
Administración residencial, comercial y municipal	Residencial	Instalación de 600,000 estufas eficientes, como parte del proyecto de sustitución de fogones por estufas ecológicas: 1.62 MtCO ₂ eq (2008-2012); 1.62 MtCO ₂ eq / año (en 2012).
Sector Agrícola	Caña de azúcar	Promover la recolección de la caña de azúcar verde: 188,000 hectáreas de caña de azúcar mecanizada, en el período 2008-2012: 0.43 MtCO ₂ eq (2008-2012); 0.14 MtCO ₂ eq (en 2012).
	Agricultura	Promover las prácticas de labranza, de conservación de suelos en 250 mil hectáreas de tierras agrícolas mediante el apoyo a la adquisición de maquinaria para la labranza de conservación (5,000 equipos en el periodo) y otras prácticas sostenibles: 0.60 MtCO ₂ eq (2008-2012); 0.19 MtCO ₂ eq (en 2012).
Sector Desechos	Residuos Municipales	Evitar emisiones no controladas de metano de los vertederos de residuos sólidos urbanos mediante la quema controlada o el uso de la energía: Desarrollar 29 proyectos para reducir o eliminar las emisiones de GEI en los vertederos: 7.56 MtCO ₂ eq (2008-2012); 4.44 MtCO ₂ eq / año (en 2012).
	Tratamiento de Aguas residuales	Reducir las emisiones fugitivas de metano y el uso de biogás para la generación de energía en la planta de tratamiento de aguas residuales de Atotonilco, Hidalgo: 0.50 MtCO ₂ eq/año (en 2012). Reducir las emisiones fugitivas de metano y el uso de biogás para la generación de electricidad en dos tratamiento de aguas residuales (El Ahogado y Agua Prieta), ubicado en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco: 0.52 MtCO ₂ eq/año (en 2012).

Fuentes: Programa Especial sobre el Cambio Climático 2009-2012. SEMARNAT, 2009..

Tabla 5. Proyectos de México registrados como mecanismo de desarrollo limpio

Fecha de Registro	Título	Socios	Reducciones Esperadas*	Reducciones alcanzadas
08-Ene-06	AWMS GHG Proyecto de Mitigación MX05-B-03, Sonora, México: Mitigación de GEI procedentes de los sistemas de gestión de desechos animales y mejora en las operaciones de alimentación de animales confinados	Suiza, Reino Unido	127,914	120
15-Oct-06	AWMS Proyecto de recuperación de metano MX06-S-40, Puebla, México: Mitigar y recuperar efluentes animales relacionados a GEI mediante la mejora del sistema de gestión de residuos de origen animal	Suiza, Reino Unido	19,087	509
16-Oct-06	AWMS Proyecto de recuperación de metano MX06-S-38, Tamaulipas, México: Mitigar y recuperar efluentes animales relacionados a GEI mediante la mejora del sistema de gestión de residuos de origen animal	Suiza, Reino Unido	73,368	514
26-Nov-06	AWMS Proyecto de recuperación de metano MX06-S-25, Coahuila, México: Mitigar y recuperar efluentes animales relacionados a GEI mediante la mejora del sistema de gestión de residuos de origen animal	Suiza, Reino Unido	12,752	653
17-Jun-07	AWMS Proyecto de recuperación de metano MX06-S-96, México y Puebla, México: Mitigar y recuperar efluentes animales relacionados a GEI mediante la mejora del sistema de gestión de residuos de origen animal	Suiza, Reino Unido	10,589	1,094
12-Jun-09	Mejora de la eficiencia energética de la fábrica de aire comprimido en México	Japón	742	2,485
30-Nov-09	Relleno sanitario Gestión de Gas Proyecto Puerto Vallarta, México		52,267	1,699
25 Dic 10	CEMEX México: Los combustibles alternativos y proyectos de biomasa en la planta de cemento de Zapotiltic	Reino Unido	47,043	3,881

Fecha de Registro	Título	Socios	Reducciones Esperadas*	Reducciones alcanzadas
30-May-11	BRT Líneas 1-5 EDOMEX, México: Mitigar y recuperar efluentes animales relacionados a GEI mediante la mejora del sistema de gestión de residuos de origen animal	Suiza, Portugal	145,863	3,869
06-Jun-11	Mejora de la eficiencia energética de la fábrica en horno desodorante de cerámica en México	Japón	7,324	4,468
21-Jul-11	ECC captura y combustión de metano a partir de AWMS en las granjas lecheras en México.	Reino Unido	45,757	4,711
10 Ago 11	Metrobus Insurgentes, México	España	46,544	4,945
24-Oct-11	CEMEX México: Los combustibles alternativos y proyectos de biomasa en la planta Tepeaca	Reino Unido	103,359	4,569
24-Oct-11	CEMEX México: Los combustibles alternativos y proyectos de biomasa en la planta de cemento de Mérida	Reino Unido	41,513	4,579
10-Feb-12	BRT Macrobus Guadalajara, México	España	54,365	5,437
06-Sep-12	CEMEX México: Proyecto de biomasa en la planta de cemento de Tamuín	Reino Unido	47,853	7,155
12-Sep-12	Línea del Metro 12, Ciudad de México	Suiza	136,983	5,735
14-Sep-12	Mejora de la eficiencia energética de gas despedido horno de producción de cerámica en México	Japón	9,294	6,246
24-Sep-12	BRT Metrobus 2-13, México	Suiza	134,601	7,235
05-Nov-12	CEMEX México: Proyecto de biomasa en la planta de cemento de Huichapan	Reino Unido	51,357	8,035
11 Dic. 12	CEMEX México combustibles alternativos y proyectos de biomasa en la Planta de Cemento Atotonilco.	Reino Unido	68,579	8,615

Fuente: UNFCC, <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html> (Marcha 2013)

* Reducción estimada de emisiones en toneladas métricas de CO₂ (eq) por año.

Tabla 6. Iniciativas regionales y estatales en México

Estado	Iniciativa
Guanajuato	El funcionamiento de biodigestores en las plantas de tratamiento de aguas residuales para la generación de electricidad, con una capacidad de procesamiento de 16 000 m ³ de biogás emitido diariamente. Instalación de un hornos de ladrillos eficientes para la producción de ladrillos hechos a mano, con bajas emisiones en el sector productor del Refugio, León.
Yucatán	Ejecución de un proyecto de biodigestores para la pequeña y mediana agricultura (subsector de porcícola). Se espera que en el segundo semestre de 2012 se reduzcan en 95% de los contaminantes liberados por la actividad productiva y evitar la emisión de alrededor de 32,000 tCO ₂ eq.
Baja California	Acciones para la modernización del transporte público en las ciudades de Tijuana y Mexicali. Una empresa privada desarrolla un modelo para la biodigestión y el cambio de la alimentación del ganado para reducir el gas metano (SPABC, 2012).
Distrito Federal	Políticas para mejorar la calidad del aire, el programa de sustitución de taxis, la restricción en el programa de circulación (Hoy No Circula) y el programa de inspección de vehículos, la sustitución de los autobuses por los minibuses de capacidad media, implementación de transporte Metrobus, la estrategia de movilidad en bicicleta y el programa de transporte escolar. La expansión de la planta de compostaje en el Bordo Poniente, que supone un 5.3% a la reducción de las emisiones y la construcción del relleno sanitario Bordo Poniente para la captura, explotación y utilización de biogás y la generación de energía eléctrica, lo que reducirá al menos 2 Mt de CO ₂ eq. anual
Jalisco	El funcionamiento del "Macrobus" en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), con un corredor de 16 km, 27 estaciones, 15 rutas alimentadoras y 41 autobuses articulados, que dan servicio a 125,000 viajes de un día a razón de 6,000 pasajeros por hora. Así mismo, la vía no motorizada para bicicletas del consejo ciudadano y las rutas para bicicletas diseñadas y aplicadas en la ZMG. En enero de 2009, la aplicación del Programa de Compartir Coche.
Nuevo León	El gobierno está construyendo una "Ecovía", que se estima disminuirá las emisiones anuales de 16,750 toneladas de CO ₂ eq. Se prevén las expansiones en la infraestructura de los sistemas de metro, la introducción de un tren suburbano y un sistema metrobuses, mejoras en la infraestructura de las señales de tráfico, puentes, carriles para bicicletas y mantenimiento de la flota de vehículos. (SEDESNL, 2012). Aumentar 12,72-16,96 MW para proyectos de generación de electricidad con el biogás de los rellenos sanitarios del Sistema Integral de Gestión Ecológica y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE). La reducción de emisiones es de 125,000 toneladas de CO ₂ eq. por año.
Tamaulipas	Programa de inspección de vehículos (SEDUMA, 2012)
Morelos	Construcción del quemador de metano de un relleno en Tetlama.
Oaxaca	Se construyeron 16 rellenos sanitarios con una capacidad de 284 toneladas de residuos por día (IEEDSEO, 2012).
Puebla	Construcción de 11,978 cocinas en coordinación con municipios y organizaciones sociales en la construcción de 3,584 estufas adicionales. Se disminuyó de 40% a 60% el consumo de madera y la contaminación en interiores (SESAOT, 2012).

Fuente: Quinta comunicación nacional de México; INECC-SEMARNAT, 2012.

CAPÍTULO 3 EL CONTEXTO NACIONAL: FUENTES DE EMISION Y EL IMPACTO DE LAS ACCIONES PERTINENTES PARA REDUCIR LAS EMISIONES

Este capítulo se divide en cinco secciones. Sección 3.1 presenta las fuentes y las tendencias de CCVC en México que están actualmente disponibles, principalmente de la Quinta Comunicación Nacional [INECC-SEMARNAT, 2012]; Sección 3.2 presenta las fuentes principales de SLCP en México para el año 2010; Sección 3.3 describe las principales fuentes clave de CCVC y su probable progresión según un escenario de referencia construido a partir de este proyecto; Sección 3.4 lista las medidas identificadas para reducir CCVC en México; Sección 3.5 describe la reducción de emisiones y ventajas de implementación para reducir los impactos.

3.1 Fuentes y Tendencias de CCVC en México

En México, la reducción de contaminantes climáticos de vida corta se ha dirigido bajo políticas encaminadas a mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En los últimos años, el esfuerzo por reducir dos de los más abundantes contaminantes climáticos de vida corta, el carbono negro y metano, se han centrado en su contribución a mejorar la salud humana, reducir las emisiones locales a la atmosfera y reducir la tasa de calentamiento global. De esta manera, el programa de la calidad de aire y cambio climático converge indirectamente para mitigar y controlar contaminantes climáticos de vida corta en el país.

De acuerdo a la Quinta Comunicación Nacional presentado a UNFCCC [INECC-SEMARNAT, 2012], entre 1990 y 2010, la tasa de crecimiento de carbono negro¹⁰ en México se estima en 2% por año y aumento de 70.4 Gg a 104.5 Gg (Figura 2).

¹⁰ Las estimaciones preliminares de las emisiones se basaron en la tasa de actividad de todas las fuentes de combustión reportadas en las Emisiones de Gases de Efecto invernadero Inventario por INECC y los factores de emisión reportados en la literatura.

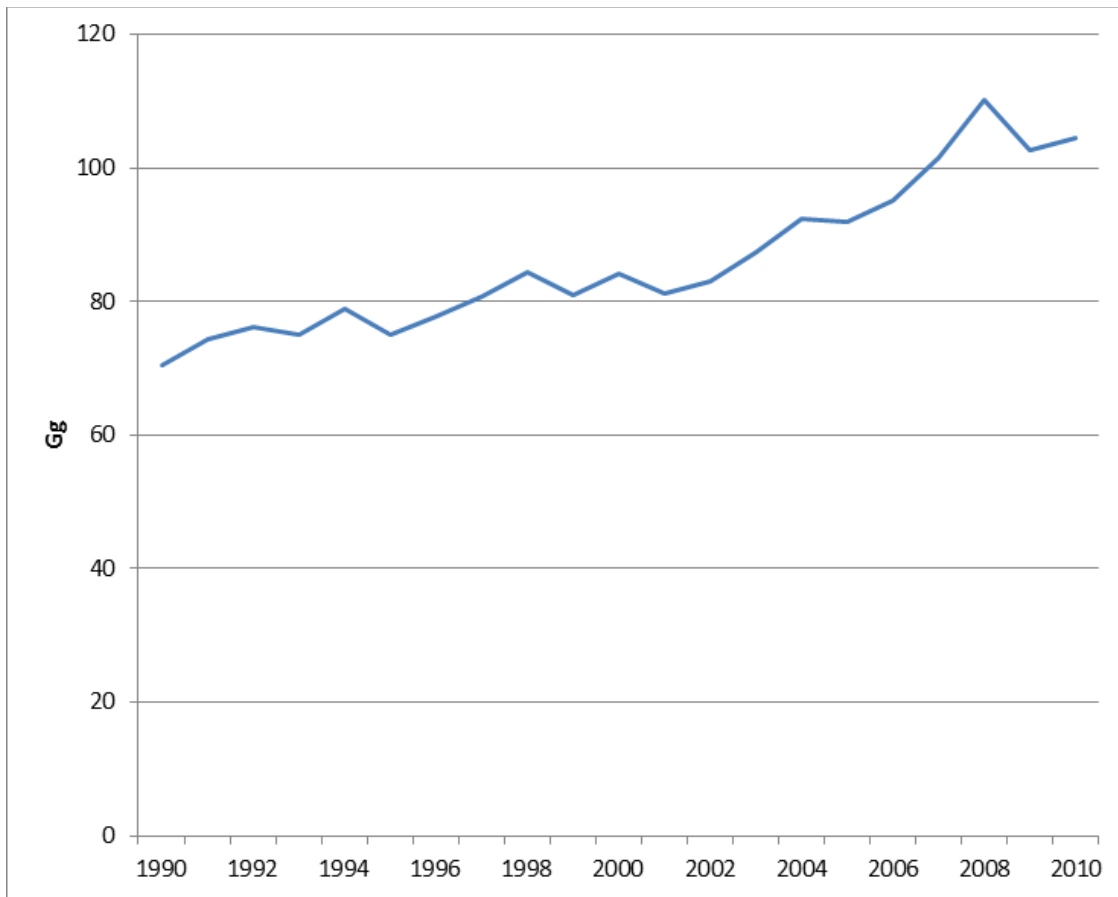


Figura 2: Emisiones (Gg) de carbono negro en México (1990-2010)¹¹
(Fuente: Quinta Comunicación Nacional de México; INECC-SEMARNAT, 2012)

Las fuentes principales de emisiones de carbono negro son los combustibles diésel y gasolina en el transporte, emisiones residenciales de estufas y el sector agrícola, que contribuyen aproximadamente 75% de las emisiones totales de carbono negro en 2010 (Figura 3).

¹¹Ver la nota 10.

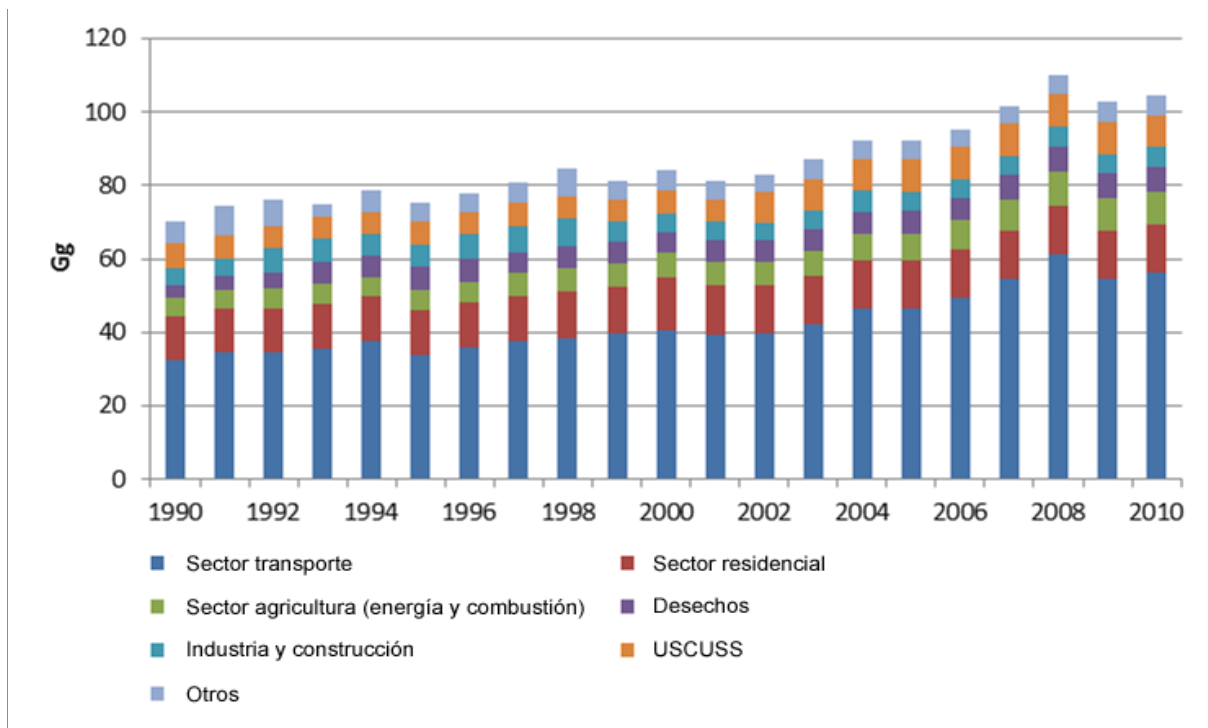


Figura 3: Emisiones (Gg) de carbono negro por sector en México (1990-2010)
(Fuente: Quinta Comunicación Nacional de México; INECC-SEMARNAT, 2012)

En el caso del metano, entre 1990 y 2010, la tasa de crecimiento para el metano en México se estima de un 2.4% por año y aumentaron de 4,968 Gg a 7,939 Gg (Figura 4).

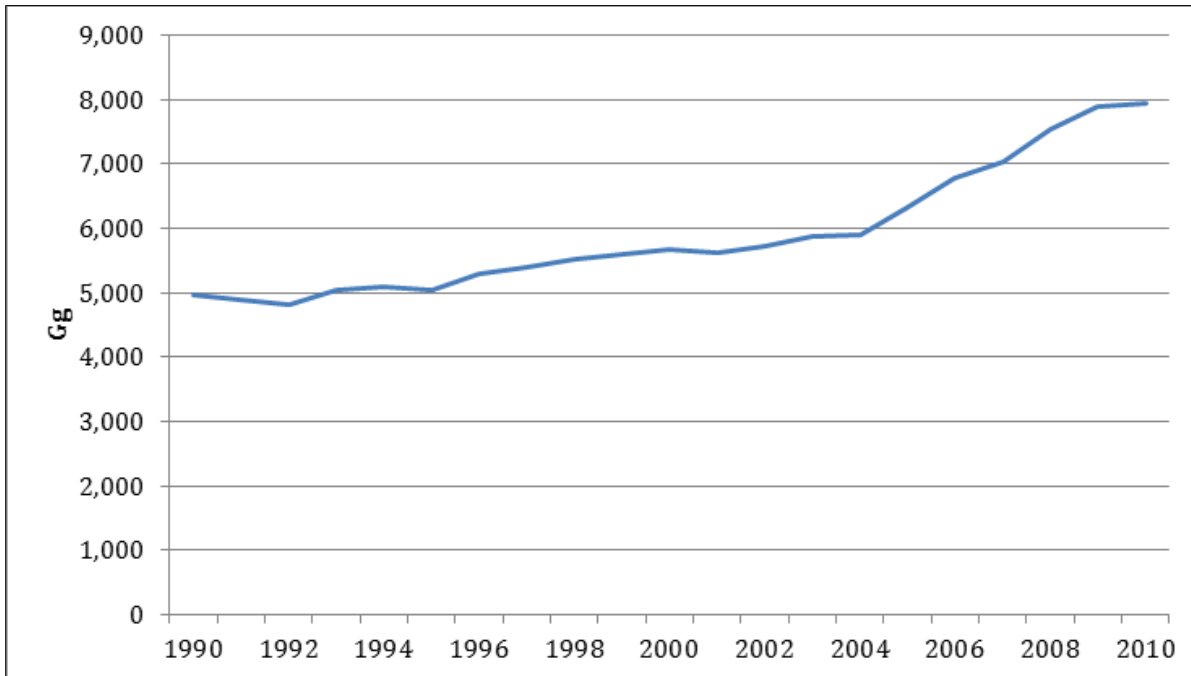


Figura 4: Emisiones (Gg) de metano en México (1990-2010)
(Fuente: Quinta Comunicación Nacional de México; INECC-SEMARNAT, 2012)

Las emisiones clave de metano para México provienen de fuentes tales como ganado (fermentación entérica), gestión de residuos (tratamiento de aguas residuales, vertederos y estiércol) y de los procesos de producción de petróleo y gas. La fermentación entérica del ganado y las emisiones fugitivas de la producción de petróleo fueron las dos principales fuentes de metano entre 1990 y 2010 (Figura 5), que representan el 58% de las emisiones totales del país.

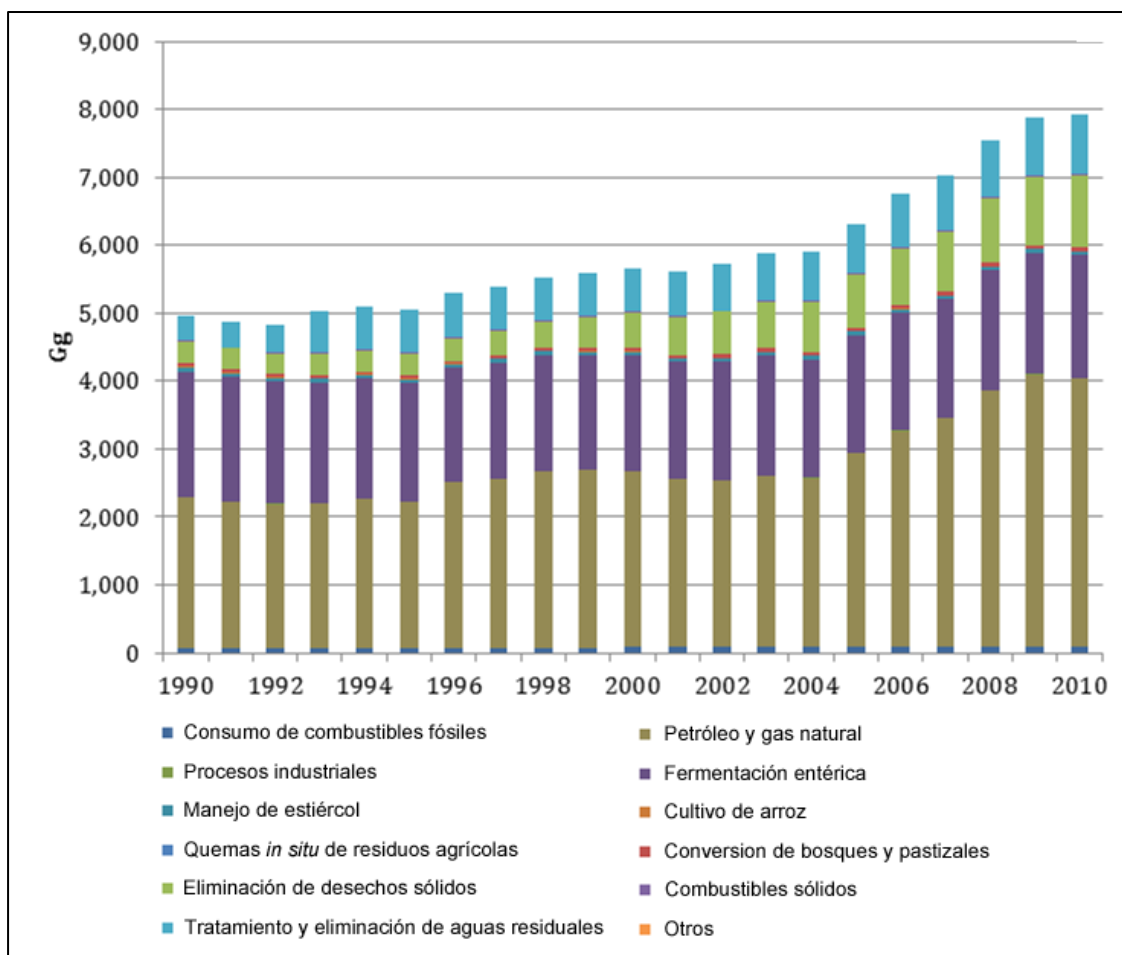


Figura 5: Emisiones (Gg) de metano por sector en México (1990-2010)

(Fuente: Quinta Comunicación Nacional de México; INECC-SEMARNAT, 2012)

En los últimos años, las emisiones de carbono negro y metano han aumentado a pesar de las acciones de mitigación desarrolladas en México. Es importante integrar medidas de mitigación para SLCP dentro de las estrategias de control de la contaminación del aire existente y otras actividades ya implementadas, por lo tanto, logrando co-beneficios de reducción de emisiones.

Aunque metano y carbono negro son los más abundantes SLCP, el ozono es también un SLCP abundante¹². Como se mencionó anteriormente, el ozono es un contaminante del aire secundario y se produce a través de reacciones atmosféricas de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, metano y compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar. Las emisiones fugitivas de las minas de carbón y la producción y el consumo de combustibles fósiles son algunas de las fuentes de precursoras de ozono.

¹² En las grandes ciudades en México (ej., la ciudad de México, Guadalajara), los niveles de concentraciones de ozono ambiental son superiores a los estándares de calidad de aire. Fuente: SEMARNAT-INECC (2012) Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas. p. 410.

3.2 Fuentes Principales de CCVC en México en 2010

Del análisis de inventarios anteriores en México, los 9 sectores claves de carbono negro y metano son la extracción y distribución de combustibles fósiles, transporte, agricultura, residuos sólidos, incendios forestales, residenciales, procesos industriales y generación de energía, demanda eléctrica de industrias y servicios (Figura 6).



Figura 6: Fuentes de carbono negro y metano en México en 2010

(Fuente: Este Proyecto)

Además de ser fuentes importantes de metano y/o carbono negro que han contribuido al calentamiento global, estos sectores se identifican por sus co-beneficios potenciales para mejorar la calidad del aire.

Para el carbono negro, las principales fuentes de emisión son labranza, la quema pre cosecha de caña de azúcar, incendios forestales, residuos sólidos (quema a cielo abierto), estufas (sector residencial), producción de ladrillos, emisiones de quemadores de petróleo y gas, transporte,¹³ industria y servicios. Para metano, las fuentes claves son el ganado (fermentación entérica y estiércol), producción de petróleo y gas, producción de coque y carbón, plantas de tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos municipales (vertederos) y fundiciones de metal (hierro).

3.2.1 Emisiones de Metano

Para la construcción de la línea de base, se llevó a cabo una amplia revisión y evaluación de las principales fuentes consideradas en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, incluyendo el análisis de la tasa de actividad y de los factores de emisión para mejorar la metodología y el cálculo. Además del inventario de la 5ª Comunicación Nacional, este proyecto también compila y evalúa los datos de otras fuentes, incluyendo una actualización de las emisiones fugitivas del petróleo y gas proporcionadas por PEMEX a INECC. Descripción detallada de la metodología para la construcción de la línea base se incluye en el Apéndice D.

En 2010 las emisiones totales del metano eran 4,165 Gg. La mayor fuente de metano fue el ganado (fermentación entérica) con 1,808 Gg, representando 43% de las emisiones de metano total (ver Figura 7). Los vertederos contribuyeron con 976 Gg (23%) a las emisiones de metano; la producción de petróleo y gas; 455 Gg (11%);¹⁴ el tratamiento de aguas residuales municipales, 429 Gg (10%); minería del carbón, 312 Gg (7%); estufas, 78 Gg (2%); ganado (mitigación del estiércol), 1% (44 Gg); y otros, 63 Gg (2%). Las emisiones de quema de caña de azúcar, quema a cielo abierto de residuos sólidos, incendios forestales, hornos de ladrillos, generación de energía, demanda de energía industrial y transporte se incluyen en la categoría “otros” y su contribución a las emisiones de metano es mínimo en comparación con las primeras cinco categorías.

Es importante tener en cuenta la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones de SLCP para algunas categorías, (ej., la categoría de petróleo y gas se puede mover de primer lugar

¹³El análisis no tiene en cuenta las emisiones de los modos de transporte fuera de carretera: aviación, envío (mar o terrestre) maquina agrícola, equipos de construcción y no carretera.

¹⁴Datos de petróleo y gas fueron proporcionados por PEMEX a INECC. Para las emisiones de metano: ventilación y emisiones fugitivas fueron consideradas 100% de metano, con un PCM=21 usado por PEMEX (www.geimexico.org/downs/reportes2011/PEMEX-2010_OK.pdf) aunque este valor podría ser más grande, como se menciona en el capítulo 1. En el caso de las emisiones de quemadores, solamente 4.6% de las emisiones CO₂eq se consideraron como CH₄.

como emisor de SLCP y GEI al tercer lugar). Esta incertidumbre se aplica a todas las categorías de emisión y las prioridades para el control de emisiones por categoría pueden ser categorizadas incorrectamente. Sin embargo, es importante mencionar que el control de emisiones para cada uno de los mayores emisores es necesario y urgente, independiente de su clasificación en la fijación de prioridades.

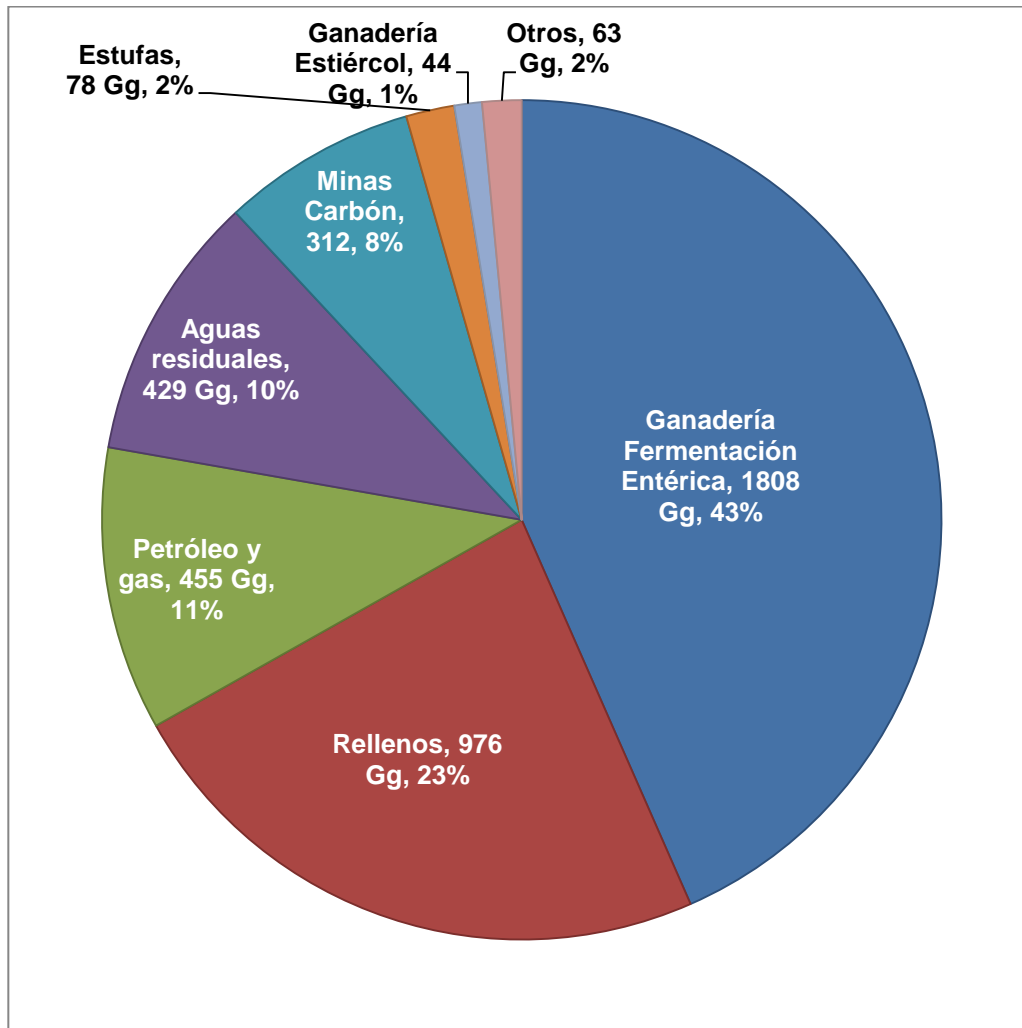


Figura 7: Emisiones de metano (Gg) por fuente en 2010

(Fuente: estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando las herramientas LEAP)

- **Emisiones de petróleo y gas**

Las emisiones de petróleo y gas fueron generadas por la ventilación, quema y fugas de instalaciones de PEMEX Exploración y Producción (PEP), PEMEX Refinación (PREF), PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGBP) y PEMEX Petroquímica (PPC). Las

emisiones de metano que vienen de los equipos de combustión, planta de hidrogeno o gas de negro de humo no fueron consideradas.¹⁵

Las emisiones fugitivas de gas y petróleo se generaron a partir de ventilación, quema y escapes de instalaciones de PEMEX. En 2010, hubo 455 Gg y representan 11% de emisiones totales.

- **Ganado (Fermentación entérica y manejo de estiércol)**

Las emisiones de metano que vienen del ganado provienen de dos fuentes principales: fermentación entérica y del manejo de estiércol. En 2010, 8.3% del total de cabezas de ganado eran ganado vacuno (principalmente para la producción de carne), 4.4% fueron cabras y ovejas 3.9% fueron porcino y 82.9% fueron aves. Lo demás (0.5%) fueron ganado equino, mulas y asnos. Para las proyecciones entre 2010 y 2030 un crecimiento histórico se calculó utilizando los datos de 1998 y 2010.

Los datos históricos de ganado y los factores de emisión provienen de la actualización del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero de la industria agrícola para México del periodo 1990-2010 y preparado para INECC en 2012.

En lo que respecta las actividades de contaminantes, la fermentación entérica del ganado y la gestión del estiércol fueron las principales fuentes de metano. En el escenario de referencia, la fermentación entérica fue la fuente más importante de metano en el sector ganadero con 1,808 Gg, 98% de las emisiones de metano de la categoría. La Figura 8 muestra la contribución por cada categoría de ganado.

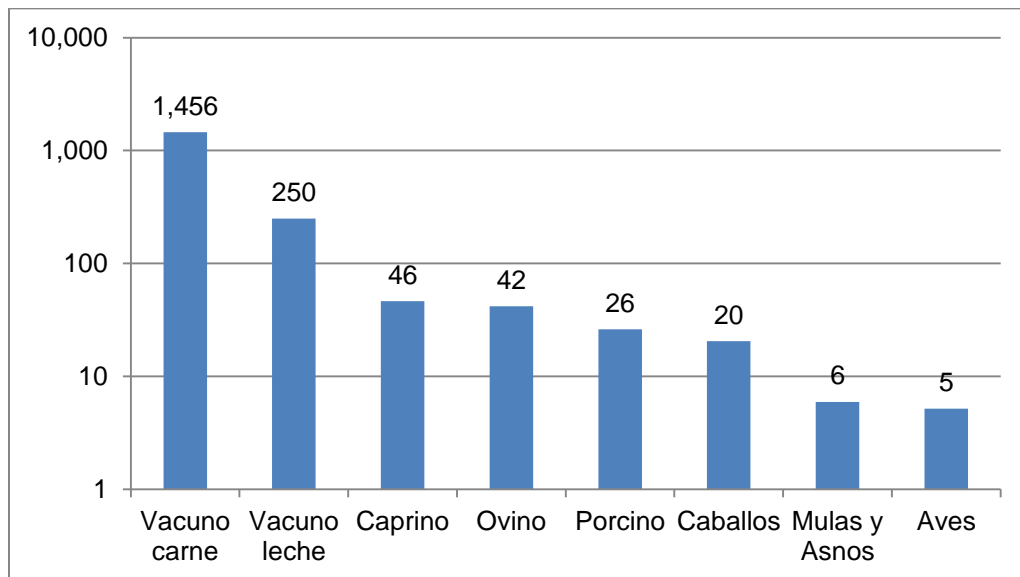


Figura 8: Emisiones de Metano (Gg) de Ganado (fermentación entérica y estiércol) en 2010

(Fuente: estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando la herramienta LEAP)

¹⁵ Datos proporcionados por PEMEX a INECC.

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en rellenos sanitarios**

En 2010, la generación de residuos se estima en unos 0.977 kg por día por habitante [INEGI, 2012]. Para construir la línea base, se utilizan seis categorías en la composición de residuos: alimentos, papel, madera, textiles, pañales, y plástico/otros inertes. Se usaron cuatro categorías para la disposición de desechos: poco profundo no gestionado, profundo no gestionado, gestionado semi-aeróbico y sin clasificar.¹⁶

La tasa de crecimiento del BAU es igual a la tasa de crecimiento de la población Mexicana [CONAPO, 2010]. Se hizo un ajuste para la generación de residuos, teniendo en cuenta un aumento de 0.98 en 2011 a 1.26 kg en 2030. El porcentaje de manejo por tipo de residuos es constante de 2010 a 2030. Se consideró la principal emisión de los vertederos al metano; la emisión estimada fue de 976 Gg en 2010, y representa 23.4% de metano total. En este sector, sólo el 70% de los RSU es recogido y desechado en vertederos.

- **Descarga y tratamiento de aguas residuales domesticas**

Para realizar las proyecciones se aplicó una tasa de crecimiento basado en la tendencia histórica de la generación de aguas residuales; las aguas residuales tratadas aumentarían hasta un 60% en 2030. Cuatro tipos de tratamientos se consideraron: planta de tratamiento aeróbico, lagunas aeróbicas, tanques sépticos y sin tratamiento.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) per cápita para 2010 fue 18.25 kg y el factor de corrección utilizado fue de 1.25 porque en las aguas residuales municipales se incluye también aguas residuales de algunos procesos industriales. En el tratamiento con lagunas aeróbicas se considera la recuperación de CH₄ por la remoción de lodos. En 2010 una cantidad significativa de aguas residuales no fueron tratadas (46%) y fueron eliminados directamente en los ríos u otros cuerpos de agua.¹⁷ La población que se considera para el año 2010 es 114,289,000 habitantes [CONAPO, 2010].

La principal fuente de metano derivadas del tratamiento de las aguas residuales fue del tipo de tratamiento de fosa séptica con 180 Gg. Los tratamientos aeróbicos también contribuyeron a la emisión de metano debido a la baja eficiencia del tratamiento.

- **Minas de carbón**

La información de la tasa de actividad proviene del Anuario de los Minerales de México [USGS, 2010]. Las emisiones de metano de la minería del carbono fueron 312 Gg en 2010 y representan 7% de las emisiones de metano total. El control de las emisiones de este sector es adecuado para la aplicación de captura y uso de metano.

¹⁶ (INEGI) 2013 Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, y SEMARNAT, 2012. Diagnóstico Básico para el Manejo Integral de los Residuos, 2012.

¹⁷ INE-SEMARNAT 2012 “Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el Sector de Desechos” IIE para INE-SEMARNAT Convenio FPP-2011-26.

3.2.2 Emisiones de carbono negro

El inventario de emisiones de CN utiliza la más reciente tasa de actividad encontrada en varios proyectos e informes; algunos de los que no fueron incluidos en la 5ª Comunicación Nacional y por lo tanto pueden observarse diferencias. La principal fuente de carbono negro es la industria de petróleo y gas, contribuyendo con el 50% (24 Gg) de las emisiones (Figura 9). Esto es seguido por residencial (estufas) 13% (6.2 Gg); demanda de energía por la industria 10% (4.8 Gg); la quema pre cosecha de caña de azúcar 7% (3.5 Gg); sector de transporte, 7% (3.4 Gg); quema a cielo abierto de residuos municipales (MSWOB por su sigla en inglés) 5% (2.4 Gg) y coque 3% (1.4 Gg). Otros (demanda de servicio de energía, hornos de ladrillos, labranza, generación de energía, arrabio y los incendios forestales) contribuyen con 4% (2.0 Gg). Apéndice D resume la metodología utilizada en la construcción de la línea base para este proyecto. Se debe notar que la variabilidad de emisiones de CN debido a las incertidumbres va del 50% al 200% de los valores estimados [Bond et al, 2004].

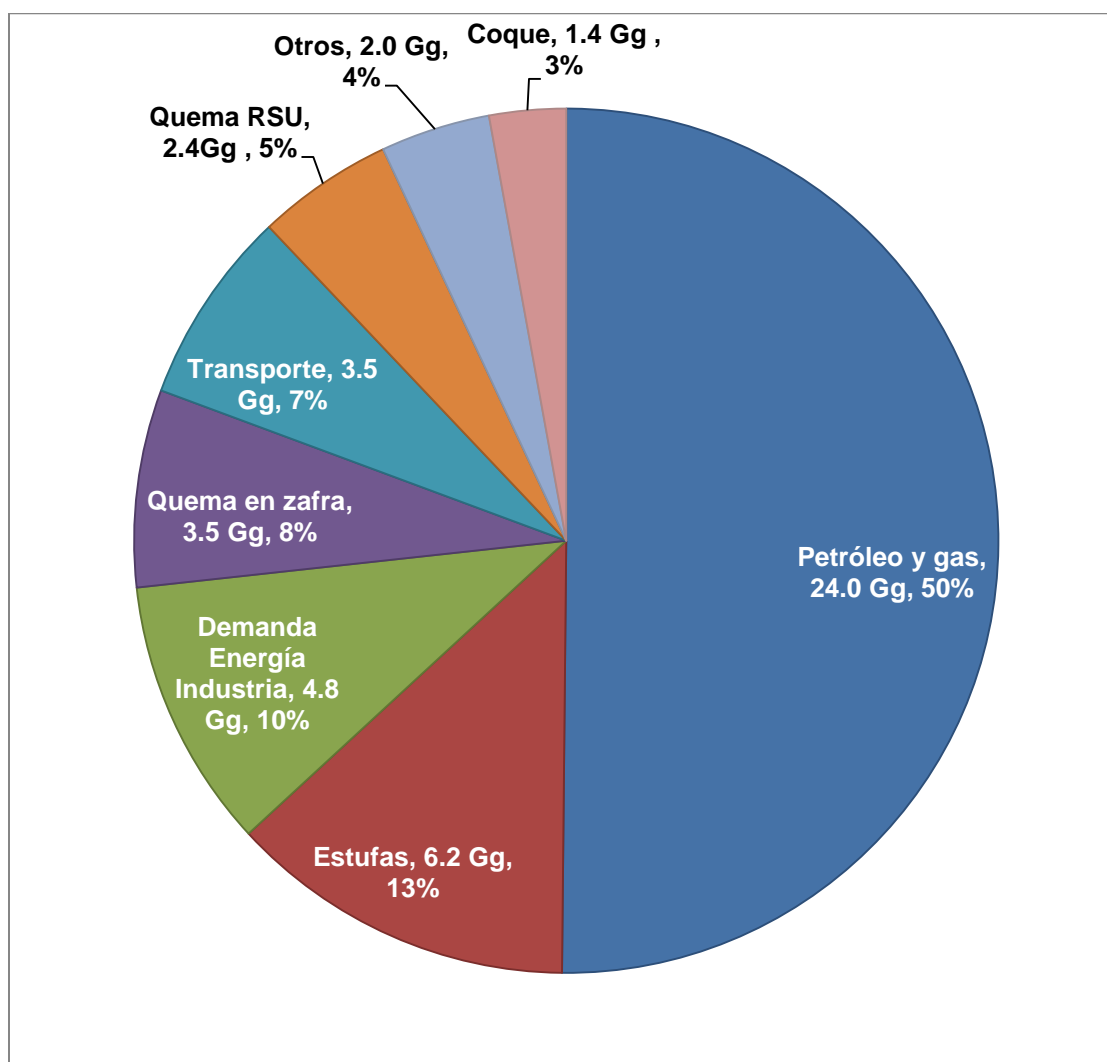


Figura 9: Emisiones de carbono negro (Gg) por fuente en 2010
(Fuente: Estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando la herramienta LEAP)

- **Petróleo y gas**

Los principales contribuyentes de las emisiones de CN en la categoría de petróleo y gas son la exploración y producción (98.8%), y las refinerías (1%). Las emisiones de carbono negro consideran principalmente el material enviado a la quema de las distintas zonas de producción en PEMEX. Fuentes de combustión (ej., calentadores y calderas) contribuyen menos de 0.1% a las emisiones de CN.

- **Transporte**

En 2008, la flota total automotriz Mexicana se compone de 26.6 millones de vehículos. Para realizar las proyecciones de crecimiento, se utilizó el PIB. Para vehículos pesados, la tasa de crecimiento del PIB nacional fue asumida en las proyecciones con una elasticidad del 1.3695. Para los vehículos ligeros la elasticidad fue basada en un estudio por AT Kearney [2011]. Las ventas de vehículos como una función del PIB y del PIB per cápita se presume ser 3.2% y 2.36% respectivamente para 2008-2030. Se asumió una dependencia a la elasticidad de ingresos de 0.859 (AT Kearny et al., 2011) y al PIB per cápita con dependencia en las ventas de vehículos ligeros y con un índice de ventas de crecimiento anual del 2%. Una elasticidad de 1.3695 se consideró para vehículos comerciales pesados (dependiente del PIB) y para los vehículos pesados de pasajeros (dependiente del PIB per cápita) con tasas de ventas con crecimiento anual del 4.4% y 3.2%, respectivamente.

La flota se categorizó por tipo de vehículo, modelo de vehículo y tipo de combustible. La flota total se dividió en 15 categorías de vehículos (diésel y gasolina). Las emisiones de los vehículos contribuyen con unos 3.4 Gg, que representan el 7% de las emisiones totales de CN. Los contribuyentes más importantes son los vehículos diésel de servicio pesado.

- **Estufas (Leña)**

El uso de leña en las zonas rurales es la principal fuente de emisiones de carbono negro en este sector. En México hay 26.6 millones hogares [INEGI, 2010] y 7.9 millones se encuentran en las zonas rurales [CONAPO, 2010b]. Alrededor de 4 millones de hogares en el área rural utilizan la leña para cocinar su comida, 24% combinan con gas y 76% usan solamente madera [GIRA, 2012]. Las emisiones residenciales de CN son 6.2 Gg, que representan 13% de las emisiones totales de CN en 2010. Las emisiones de carbono negro tienen una incertidumbre del 59% al 170% (Apéndice C). Por lo tanto, las emisiones de carbono negro abarcan de 3.7 Gg a 10.5 Gg.

- **Quema a cielo abierto de residuos municipales**

La quema a cielo abierto de residuos municipales es una práctica común en México, principalmente en las zonas rurales; sin embargo en la Ley de residuos (LGPGIR), existe una prohibición de la quema a cielo abierto. La línea base considera sólo la

quema a cielo abierto de residuos municipales en las zonas rurales y sólo el 40% de sus residuos fueron quemados. En 2010, la generación per cápita de los residuos era 0.977 kg /hab por día y fue estimado que el 40% de la población en áreas rurales quemaron sus residuos. Los residuos sólidos producidos y quemados fueron alrededor de 3.7 Tg. Por lo tanto, se estima que las emisiones de CN son aproximadamente 2.4 Gg (5% del total CN). En el próximo análisis también será considerada la quema de residuos de las zonas urbanas.

- **Incendios de bosques y pastos**

En 2010 había 138 millones de hectáreas¹⁸ de bosques en México y se registraron 6,125 incendios forestales en el país, afectando una superficie de aproximada de 114,700 hectáreas, de las cuales el 89.3% equivalió a áreas con pastizales, arbustos y matorrales y 10.6% a áreas boscosas. Los estados con mayor número de incendios fueron: México, Distrito Federal, Michoacán, Chihuahua, Puebla, Chiapas, Baja California, Oaxaca, Veracruz y Jalisco, que representan 78.9% del total nacional. Los estados con mayor superficie afectada fueron: Baja California, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Chihuahua, Michoacán, Jalisco, Puebla, Quintana Roo y Sonora, que representan 72.6% del total nacional. En promedio, cada incendio afecta 18.7 hectáreas de bosque.¹⁹

Para realizar el análisis, los incendios forestales fueron separados en cuatro categorías por tipo de vegetación forestal y para cada categoría un factor de emisión²⁰ particular. En 2010, emisiones de CN de pastizales, arbustos, árbol y bosque fueron 0.85 Gg, y representan 1.7% del total de emisiones de CN.

- **Agricultura**

En 2010, una estimación de la superficie²¹ de 22 millones hectáreas fueron cultivadas y 17 millones de hectáreas fueron cosechadas en México que consta de unos 296 productos agrícolas. En este año, un promedio de 78.5% del área cultivada utiliza tractor y otra maquinaria para la limpieza y cultivo. Este promedio se calculó usando el nivel de mecanización por producto.²² Las emisiones de carbono negro de labranza en 2010 fueron 0.23 Gg representando 0.5%.

La quema pre cosecha de caña de azúcar también contribuye a la emisión de carbono negro. En 2010 había 703,943 hectáreas para la producción de caña que produjo unos

¹⁸ Presidencia de la República. Quinto Informe de Gobierno, 2011.

¹⁹ CONAFOR 2011. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2010. Datos Acumulados del 01 de enero al 31 de diciembre de 2010.

²⁰ Los factores de las emisiones del tipo de la vegetación se obtuvieron de INEM-2008.

²¹ Para estimar el valor en 2010, se utilizaron datos históricos de 2008 y con un promedio de 0.008% de crecimiento histórico de la superficie cultivada entre 1998 y 2008.

²² Factor de mecanización viene de: Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola. Cuadros tabulares 2011, SIAP, 2012.

<http://www.siap.gob.mx/opt/agricultura/tecnificacion/Estadistica.pdf>

50.42 Tg de caña, con un promedio de 71.62 Mg por hectárea. El estado que produce más en México es Veracruz con 37.6% de la cosecha total. Otros productores principales son: Jalisco (9.1%), San Luis Potosí (8.5%) y Oaxaca (8.5%).²³

Durante 2010, el 82.5% del total de caña de azúcar fue quemado en la zafra con el fin de facilitar el proceso y requerir menos mano de obra. En el proceso de quema se incendia el campo, quemándose así las hojas de los tallos. El otro 17.5% utiliza maquinaria para cosechar. En 2010, el total de las emisiones de carbono negro fueron 3.5Gg, lo que corresponde al 7% de las emisiones totales de CN.

- **Demanda de energía de servicios**

En esta fase inicial, los servicios incluyen solamente actividades residenciales y comerciales. Los datos fueron tomados del Sistema de Información Energética [SENER, 2011]. Los combustibles considerados para este sector eran gas LP, queroseno, petróleo pesado, gas natural, y diésel. Las emisiones de carbono negro fueron 0.36 Gg en 2010.

- **Demanda de energía industrial**

Entre las industrias que se incluyen están el acero, químicos, papel y celulosa, alimentos, bebidas y tabaco, cemento, construcción, minería, además de otras industrias. Los datos fueron tomados del Sistema de Información Energética²⁴ [SENER, 2011]. Los combustibles considerados para este sector fueron carbón, GLP, queroseno, aceite pesado, gas natural, coque del carbón, coque de petróleo, queroseno, bagazo, petróleo crudo y diésel. Las emisiones de CN de este sector son 4.8 Gg, representan el 10% de las emisiones totales de CN.

- **Emisiones de CN de coque**

La industria del hierro y acero requiere coque para el proceso de reducción; el carbón se usa para producir coque, y las partículas de carbono negro se emiten principalmente de hornos de coque. La tasa de actividad utilizada se obtuvo del Balance Energético Nacional [SENER, 2012]; para este caso las emisiones de CN fueron 1.4 Gg en 2010, representa alrededor del 3%.

- **Hornos de ladrillo**

En México, hay aproximadamente 17,000 ladrilleras tradicionales en las zonas rurales. El sector tradicional para la producción de ladrillos es una actividad informal, pero todavía es muy importante en el sector de construcción. En el futuro, la producción del ladrillo puede mejorarse mediante el fortalecimiento de las regulaciones existentes o por medio de nuevas regulaciones en términos de la calidad del aire y de la calidad del producto, además del desarrollo de acciones y medidas para cada estado bajo los programas locales para mejorar la calidad del aire en sus ciudades (PROAIRE).

²³ SIAP, 2013. Servicio de Alimentación y Pesca, SAGARPA. www.siap.gob.mx.

²⁴ <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

En 2010, las emisiones de las ladrilleras fueron de 0.5 Gg (1%). Para las emisiones de referencia el consumo de combustible considerado fue de aproximadamente 799,170 Mg de madera para la construcción de unos 10.2 Pg de ladrillos.²⁵ Existen otros tipos de combustibles utilizados para las ladrilleras, pero no hay una tasa de actividad o factor de emisión disponible. Para el escenario BAU, el crecimiento de la producción y el consumo de madera fueron considerados constantes.

3.3 Fuentes Principales de CCVC y Probable Tendencia Bajo un Escenario de Referencia

3.3.1 Probable evolución de las emisiones de metano bajo un escenario de referencia

Para el año 2030, se proyecta que las emisiones de metano aumentarán un 38% de 4,164 Gg en 2010 a 5,742 Gg (ver Figura 10). El mayor aumento vendrá de las emisiones de los vertederos con 817 Gg, seguido por fermentación entérica con un aumento de 416 Gg, y petróleo y gas con un aumento de 254 Gg.

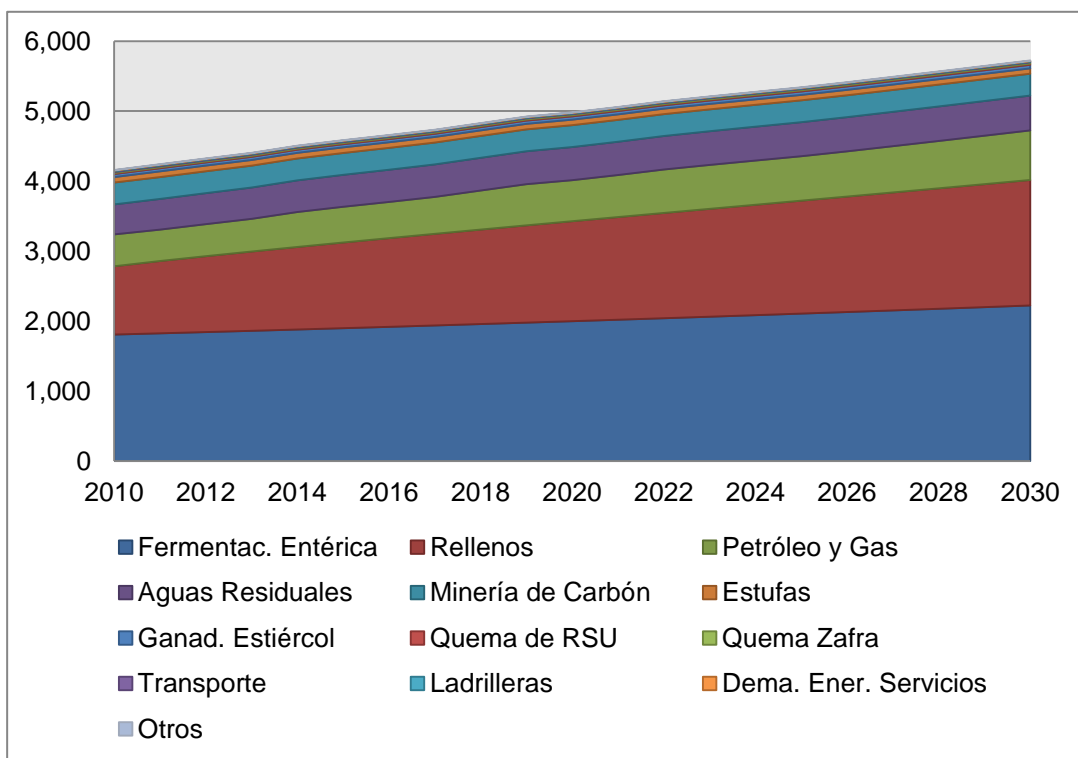


Figura 10: Emisiones de Metano (Gg) progresión 2010 – 2030 en el escenario de referencia

(Fuente: Estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando la herramienta LEAP)

²⁵ Dato proporcionados por INECC, que se basa el informe inédito de Kato E., Bárcenas C., Acero, R., y Ruiz-Mariscal, A., 2013.

Para 2020 y 2030, el Ganado contribuirá 40% y 39% respectivamente a las emisiones de metano total; vertederos; 29% y 31%; petróleo y gas, 12% en ambos años; aguas residuales, 10% y 9%; emisiones fugitivas de minería de carbón, 6% y 5%; y emisiones residenciales, 2% y 1%.

3.3.2 Emisiones de carbono negro progresión probable bajo un escenario de referencia

Emisiones totales para el año 2030, en este proyecto se consideraron dos grupos de sectores de emisiones. El primer grupo consideró todos los sectores claves (excepto el petróleo y gas), tales como la combustión residencial, demanda industrial de energía, quema de residuos, transporte, quema pre cosecha de caña de azúcar e incendios forestales. El segundo grupo considera solamente las emisiones de la producción de petróleo y gas de PEMEX. La razón principal es que PEMEX ha desarrollado estrategias de mitigación desde 2008 y esto podría afectar los resultados globales a partir del año base.

Para el primer grupo se proyecta que aumentará de 24 Gg a 34 Gg. El incremento relativo más grande será de la demanda de energía de la industria; El aumento será cerca de 4 Gg entre 2010 y 2030. La segunda será el transporte con un aumento de 3.5 Gg en 2010 a 5.8 Gg en 2030. Emisiones de la quema de RSU aumentarán de 2.4 Gg a 2.9 Gg, mientras que la quema pre cosecha de caña de azúcar aumentará de 3.5 Gg a 4.7 Gg (Figura 11).

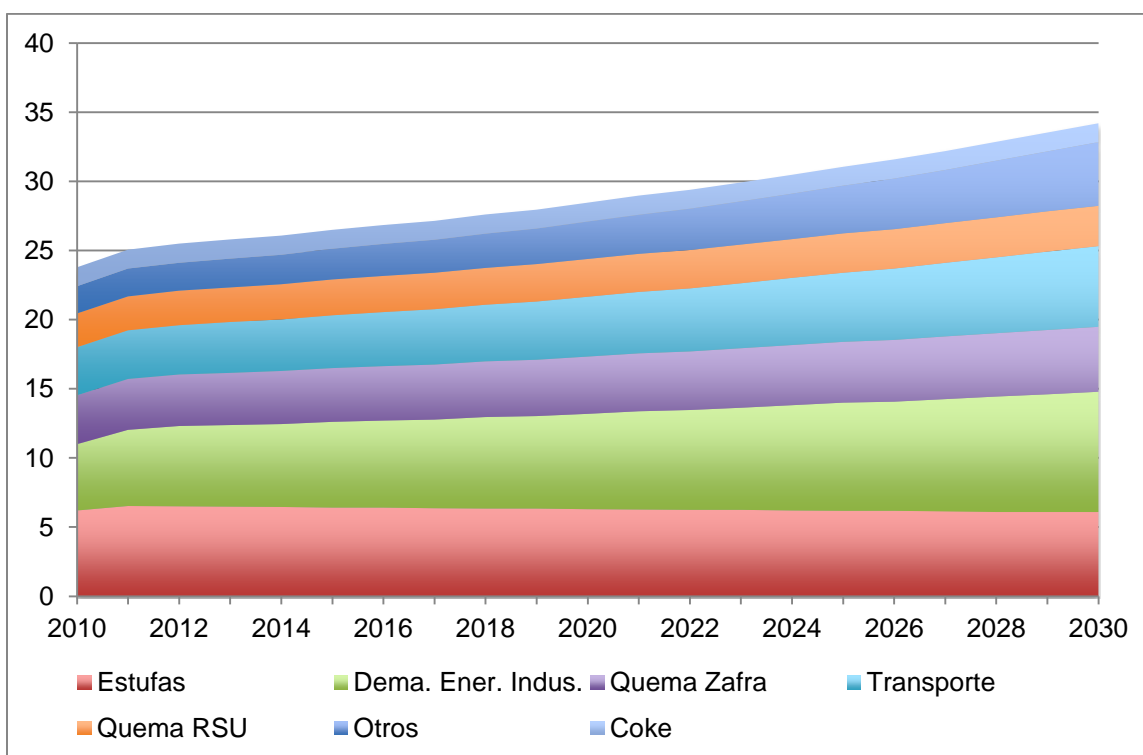


Figura 11: Emisiones de carbono negro (Gg) progresión 2010 – 2030 para el primer grupo (escenario de referencia)

(Fuente: Estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando la herramienta LEAP)

En el caso de PEMEX, en 2008, el área de extracción de Cantarel alcanzó su extracción final, durante ese periodo una gran cantidad de gas se liberó y la mayoría fue enviada a los quemadores de gas. Después del 2008, una reducción natural y un conjunto de medidas de control de grandes inversiones fueron promovidas con el fin de reducir la cantidad de gas enviada a los quemadores de gas. Se observa esta reducción en las emisiones de carbono negro porque solamente considera el proceso de quemado de gas. Las emisiones entre 2013 y 2030 se presentan en la línea de base en la Figura 12; el periodo entre 2010 y 2013 no está incluido debido al evento de Cantarel.

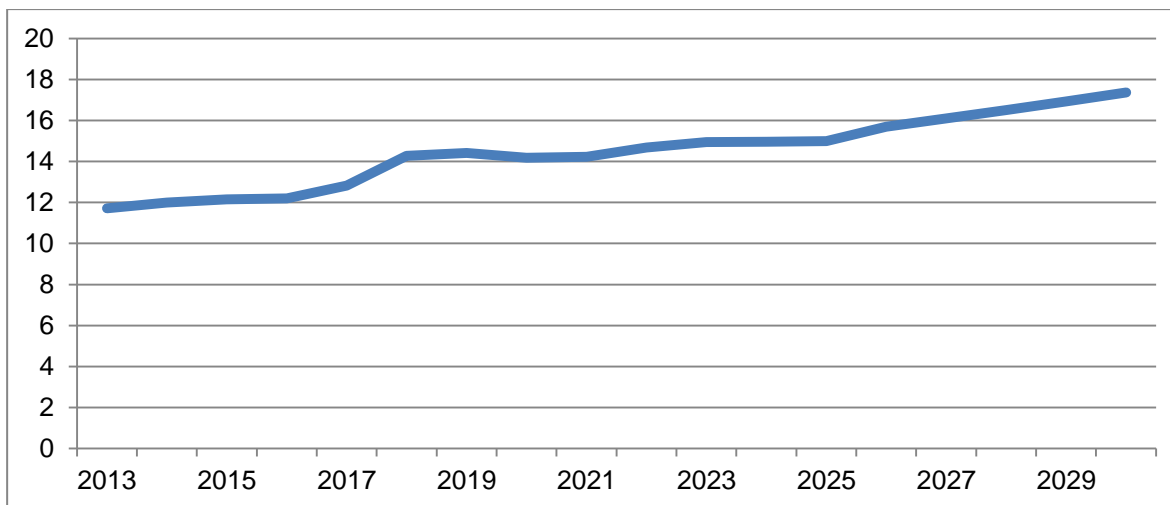


Figura 12: Emisiones de carbono negro de PEMEX (Gg) progresión 2013 – 2030 bajo el escenario de referencia²⁶

(Fuente: Estimaciones preliminares para el SNAP de México utilizando la herramienta LEAP)

3.4 Medidas para reducir los CCVC en México

Para identificar las medidas que podrían ser implementadas para la mitigación de carbono negro y metano, los equipos de expertos, compuestos por el personal de INECC, y personal y consultores del MCE2 revisaron las políticas existentes en México y las iniciativas que podrían reforzarse con el fin de reducir los contaminantes, esto incluye algunas de las medidas identificadas en la evaluación del PNUMA [UNEP/WMO, 2011]. En algunos casos, información sobre el impacto de las medidas no estuvo disponible; por lo tanto, se realizó análisis de sensibilidad para ilustrar las posibles medidas de mitigación.

Las medidas de reducción identificadas, que resultan de la deliberación anterior, se presentan en las dos tablas siguientes – Tabla 7 para el carbono negro y Tabla 8 para el metano.

²⁶ El proyecto se basa en datos proporcionados por PEMEX desde 2010 a 2026; los valores de crecimiento 2027 a 2030 utilizando la tasa entre 2017 y 2026. 2010 a 2013 no está incluido en la figura debido al evento de Cantarel.

Tabla 7. Medidas de reducción de carbono negro por sector

Sector	Fuente	Medida
Agricultura y Ganadería	Quema de caña zafra	Motivar la utilización de la mecanización en la cosecha de caña y cosecha verde de 20% en 2020 y 30% en 2030.
	Labranza	Reducción del 10% en las emisiones de CN mediante el uso de equipo agrícola y prácticas menos destructivas del suelo.
Incendios	Bosques, Pastizales	Reforzamiento del Programa Nacional de Protección contra incendios: con acciones de control y prevención en los estados con más incendios: Sonora (75,202 ha), Chihuahua (51,903 ha), Durango (51,626 ha), Coahuila (32,189 ha), y Baja California (27,301 ha).
		Aplicación y control de la norma NOM-015 SEMARNAT SAGARPA
Industria	Ladrilleras	Substitución de hornos tradicionales con hornos modernos para los 5 estados de mayor producción. Escenario de penetración lenta.
		Conversión a nuevas tecnologías de la producción tradicional de ladrillos para 2030, en un escenario de penetración rápida..
Residencial	Quema de leña en estufas	<p>Promover la sustitución de cocinas tradicionales (quema en fogón):</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante cocinas mejoradas en municipios en condiciones de extrema pobreza (con un alto o muy alto índice de marginación). Mediante cocinas mejoradas en áreas semi-rurales como parte de las políticas sociales nacionales implementadas por SEDESOL, SEMARNAT, CONAFOR y PESA-SAGARPA.²⁷
Transporte	Vehículos en vialidad	Introducción de combustibles de ultra bajo azufre y mejores tecnologías vehiculares a partir de 2016.
Generación de energía	Electricidad	En el escenario de control. Se reduce la capacidad en 10,698 MW de generación en sistemas de ciclo combinado, y se adicionan 28,400 MW de granjas eólicas y un respaldo de 7,857 MW de sistemas de turbogas.
		El escenario híbrido reduce la capacidad de 10,698 MW de generación en sistemas de ciclo combinado, y son reemplazados por 2,800 MW de plantas de energía nuclear, 20,900 MW de granjas eólicas, y con un respaldo de 5,792 MW con turbogas.

²⁷ En el taller organizado para este proyecto hubo comentarios sobre la aplicación de las políticas anteriores en las estufas; que sólo proporcionan las estufas mejoradas y no incluye la estrategia de capacitación o motivación del uso de estufas mejoradas.

Tabla 8. Medidas de reducción de metano por sector*

Sector	Fuente	Medida
Ganadería	Ganadería: estiércol	Instalación de manejo integral de estiércol incluyendo la implementación de bio-digestores y el uso de la recuperación de metano de granjas (porcícolas y carnícolas-leche).
	Fermentación entérica ²⁸	Mejorar la dieta y pastoreo de ganado, variación en la ruta metabólica, etc.
Combustibles fósiles y producción de energía	Minería de Carbón	Desgasificación pre-minería y recuperación y oxidación de metano de la ventilación de minas de carbón.
	Producción de petróleo y gas	Incrementar la recuperación y utilización del gas asociado y mejorar el control de las emisiones involuntarias y fugitivas de la producción de petróleo y gas.
Desechos	Residuos sólidos municipales y rellenos sanitarios	Programas para separa el desecho sólido e incremento en los programas 3R (reducir, reusar y reciclar) considerados en la LGPGIR.
		Promover la recuperación de metano de los rellenos sanitarios y usarlo en la generación de energía.
	Tratamiento de Aguas residuales	Mejorar la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y recuperación de metano.
		Mejorar el tratamiento de aguas residuales, de primario a secundario y terciario con recuperación de emisiones y control de sobre flujo.

*Nota: Las medidas de reducción para el sector de generación de energía son las mismas que aparecen en la Tabla 7.

3.5 Reducción de Emisiones y Co-Beneficios de Implementación para Reducir los Impactos

3.5.1 Reducción de las emisiones de los controles de escenarios de política

Esta sección describe las dos políticas utilizadas en los escenarios de este proyecto: Política de control o escenario 1 consiste de medidas viables de tecnologías existentes, reglamentos y programas para implementarlos, mientras que el política de control o escenario 2 requiere esfuerzos adicionales para ser implementado.

²⁸ En este estudio, se consideró sólo una medida (cambio de la dieta del ganado); mientras que en el proyecto GEF-apoyado SLCP para México, otras medidas, como complemento en la dieta, también se están estudiando. Asimismo, el estudio realizado por McKinsey en el desarrollo de las curvas de costo incluye aditivos en la dieta de los animales para mejorar la eficiencia en la energía metabólica de cada animal. Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2013. Actualización de la curva de costos y la cartera de proyectos de mitigación.

Tabla 9. Resumen de las medidas consideradas para dos escenarios de políticas de control

Sector	Actividad	Política de Control Escenario 1	Política de Control Escenario 2
Agrícola	Labranza	Reducción del 10% de emisiones de CN mediante equipo y uso de prácticas menos destructivas del suelo.	Igual que la política de control 1
	Quema pre cosecha de caña de azúcar	Promover la mecanización de la cosecha verde y mecanizada de caña.	Igual que la política de control 1
	Ganadería: estiércol	Instalación de sistemas integrales de manejo de residuos, incluyendo la implementación de biodigestores y el uso de recuperación de energía en granjas.	Igual que la política de control 1
	Fermentación entérica	Reducción de emisiones de metano mediante mejora en la dieta y manejo de estiércol.	Igual que la política de control 1
Desechos	Tratamiento de Aguas residuales	Mejorar el manejo, incrementar la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	Sumada a la medida 1 se incrementa la capacidad del tratamiento aeróbico.
	Residuos sólidos municipales y rellenos sanitarios	Reducción de un 60% para el 2030 mediante el incremento de los programas de separación de residuos y 3Rs (reducir, reusar y reciclar).	Promover la recuperación de metano para la generación de electricidad.
	Quema a cielo abierto de residuos sólidos municipales (RSM)	Reducción en un 60% en la generación de RSM que se queman en áreas rurales.	Reforzar el control y prevención de incendios forestales en los estados con más incendios.

Sector	Actividad	Política de Control Escenario 1	Política de Control Escenario 2
Incendios	Matorrales, pastizales, bosques maduros y renuevo	Se refuerza la NOM-015 SEMARNAT SAGARPA especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.	Prevención y control a nivel nacional
Extracción y distribución de combustibles fósiles	Petróleo y Gas	Incremento en la inyección de gas natural en pozos de 90% a 98% en el proceso de producción.	Igual a la política del escenario de control 1
	Minas de carbón	Implementación de la tecnología para la recuperación de metano de las minas en 15% para 2030	Metano capturado en 20% para 2030.
	Coque	No se consideran medidas de mitigación en este sector.	
Procesos Industriales	Arrabio	No se consideran medidas de mitigación en este sector ya que es uno de los más eficientes	
	Construcción y manufactura (producción informal de ladrillos)	La sustitución de ladrilleras tradicionales con hornos mejorados modernos para los 5 principales estados productores de ladrillos. Una reducción del 80% en 2030.	Transformación del 80% de la producción a nuevas tecnologías con una penetración más rápida.
Residencial	Estufas – quema de leña	La implementación de cocinas eficientes en cerca de los 826 municipios (con un alto y muy alto índice de marginación), que representan alrededor de 2.3 millones de hogares que consumen alrededor de un 9 Tg de madera al año.	Implementación de cocinas mejoradas en 2,377 municipios (porcentaje de hogares en los municipios con menos de 5.000 habitantes), lo que representa alrededor de 3.6 millones de hogares que consumen cerca de 16 Tg de madera al año.

Sector	Actividad	Política de Control Escenario 1	Política de Control Escenario 2
Transporte (en carretera)	Vehículos pesados, medianos y ligeros (diesel y gasolina)	Introducción de combustibles UBA y mejores tecnologías vehiculares en 2016.	Igual que la política de control del escenario 1
Generación de energía	Electricidad	En el escenario de control se reduce la capacidad en 10,698 MW de los sistemas de ciclo combinado y se adicionan 28,411 MW de grajas eólicas y un respaldo de 7,857 MW de sistemas turbogas .	Escenario híbrido: reducir la capacidad de 10,698 MW de ciclo combinado, y reemplazar con la planta nuclear de 2,800 MW de potencia, 20,900 MW de parques eólicos, y un respaldo de 5,792 MW en sistemas de turbo gas .

La Tabla 10 presenta las proyecciones de las emisiones desde el escenario BAU en (Mg) de base año 2010 a 2020 y 2030, una descripción de las medidas de mitigación, el objetivo, la reducción de masa (Mg) alcanzado para 2020 y 2030 para cada sector y cada política de reducción de emisiones por escenario. El porcentaje de cambio esta en paréntesis y se calcula utilizando las emisiones del BAU y su reducción correspondiente para el año 2020 o 2030. La línea de base en la mayoría de los sectores considera las emisiones disponibles desde 1998 a 2009.

Tabla 10. Medidas de las políticas por sector y estimadas reducciones con respecto a la línea de base

Sector	CCVC	Escenario Base Tendencial de Emisiones (Mg)			Políticas		Escenario de reducción de Emisión , Mg (% de reducción)	
		2010	2020	2030	Acción de Mitigación	Objetivo	2020	2030
Equipo agrícola (labranza)	BC	230	232	234	1. Promover el uso de equipos eficientes y modernos en la agricultura (filtro, el consumo de diesel bajo, etc.) Análisis de sensibilidad para mostrar una reducción en la tasa de emisión en un 10%.		BC : 12 (5)	BC : 23 (10)
Quema en zafra de caña de azúcar	BC	3,532	4,137	4,705	1. Promover la mecanización de la cosecha en la caña de azúcar.	1. Nivel de mecanización de la cosecha de la caña de azúcar: 20% (en 2020) y 30% (en 2030).	BC : 161 (4)	BC : 784 (17)
Ganadería: fermentación entérica	CH ₄	1,808 K	1,999 K	2,223 K	1. Mejora en la dieta y manejo del ganado, variaciones en la ruta metabólica, etc.	1. Reducción del 3% en la tasa de emisión de metano por año después de la implementación de medidas de mitigación.	CH ₄ : 28 K (1)	CH ₄ : 63 K (3)
Ganadería: estiércol	CH ₄	44 K	47 K	51 K	1. Instalación de sistemas integrales de manejo de estiércol, y la implementación de bio-digestores para recuperar CH ₄ y usarlo en la producción de energía en las granjas.	1. En 2030, estos sistemas incluyen el 20% de las cabezas de ganado existentes. Cambios en los factores de emisión de 1 en 2010 a 0.8 en 2030	CH ₄ : 8.9 K (19)	CH ₄ : 18 K (35)

Incendios	CH ₄	5.5 K	8.8 K	17.9 K	1. Se refuerza la implementación de la NOM-015 SEMARNAT SAGARPA.	1. Los incendios de origen agrícola y humano se reducen (25% de la superficie total quemada en 2010)	CH ₄ : 1 K (11)	CH ₄ : 4.5 K (25)
	BC	853	1347	2748	2 El Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales se refuerza: Acciones de prevención y de control en los estados con incendios frecuentes: Sonora (75,202 ha), Chihuahua (51,903 ha), Durango (51,626 ha), Coahuila (32,189 ha), y Baja California (27,301 ha).	2. En 2030, un control total en estos cinco estados representaría el 34% del total de hectáreas afectadas por incendios..	CH ₄ : 1.5 K (17)	CH ₄ : 6 K (34)
Extracción de Carbón	CH ₄	312 K	312 K	312 K	1. Extender la desgasificación pre mina y la recuperación y la oxidación de metano de la ventilación de las minas de carbón.	1. 15% del metano es capturado en la minería subterránea y post proceso.	CH ₄ : 23 K (7)	CH ₄ : 46 K (15)
						2. 20% del metano es capturado en la minería subterránea y post proceso.	CH ₄ : 31 K (10)	CH ₄ : 62 K (20)

Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	430 K	474 K	498 K	1. Mejora en la gestión de plantas de tratamiento de aguas residuales y la recuperación de metano.	1. Aumentar a 60% el volumen de las aguas residuales tratadas y de captura de CH ₄ . Una mejor gestión que reduce el factor de emisión de 0.18 hasta 0.06 en 2030.	CH ₄ : 36 K (7)	CH ₄ : 82 K (16)
					2. Mejorar el tratamiento de aguas residuales primario y secundario y terciario con recuperación de emisiones y control de sobre flujo.	2. Aumentar tratamiento aeróbico en planta de tratamiento de aguas residuales; tanque de aguas negras se mantiene constante en 16%. Lagunas aeróbicas y el tratamiento anaeróbico aumenta a 8% y 36% respectivamente, y el agua sin tratar se reducen a 40%.	CH ₄ : 44 K (9)	CH ₄ : 104 K (21)
Desechos sólidos municipales (Quema a cielo abierto)	CH ₄	14 K	15.6 K	17 K	1. Programas de control y prevención de la quema en vertederos municipales y de los residuos domésticos.	1. La quema de residuos sólo se produce de forma accidental. Reducción en un 60% en 2030.	CH ₄ : 4.7 K (30)	CH ₄ : 10 K (60)
	BC	2.4 K	2.7 K	3 K			BC: 0.8 K (30)	BC: 1.8 K (60)
Desechos sólidos municipales (Rellenos sanitarios)	CH ₄	976 K	1429 K	1793 K	1. Incrementar el reciclado con programas 3R (reducir, reusar y reciclar) considerados en la LGPGIR.	1. Reducir la generación total en un 60%.	CH ₄ : 218 K (15)	CH ₄ : 753 K (42)

					2. Promover la recuperación de metano en vertederos y el uso de la energía generada.	2. 50% de captura de metano en 2030 (análisis de sensibilidad).	CH ₄ : 375 K (26)	CH ₄ : 1065K (60)
Cocinas (Sector Residencial)	CH ₄	78 K	79 K	76 K	1. Promover la sustitución de estufas tradicionales (a fuego abierto) por estufas eficientes en los municipios con un alto nivel de pobreza (alto y muy alto índice de marginación).	1. 826 municipios en México y una población potencial de 2.29M de hogares en 2030 usan estufas eficientes.	CH ₄ : 20 K (26)	CH ₄ : 40 K (53)
							BC: 1.7 K (27)	BC: 3.2 K (52)
	BC	6.2 K	6.3 K	6.1 K	2. Desarrollo de las políticas sociales y ambientales implementadas por SEDESOL, SEMARNAT, CONAFOR, y PESA-SAGARPA; para la sustitución de fogón con cocinas mejoradas en áreas semirurales.	2. Para reducir el uso de leña como combustible en las zonas rurales, por lo tanto reducir los impactos adversos sobre la salud en los hogares y controlar problemas de deforestación	CH ₄ : 34 K (43)	CH ₄ : 66 K (87)
							BC: 2.8 K (44)	BC: 5.3K (87)
Producción de ladrillo	CH ₄	9.4 K	9.4 K	9.4 K	1. Sustitución a hornos modernos, en la totalidad de los 5 estados con la mayoría de hornos de ladrillos.	1. Penetración lenta de la tecnología mejorada del horno de ladrillos en un 80% en 2030.	CH ₄ :1.4K (16)	CH ₄ : 7.5 (80)
							BC: 72 (16)	BC: 384 (80)
	BC	480	480	480	2. Transformación de la producción tradicional de ladrillo a las nuevas tecnologías.	2. Penetración rápida de la tecnología mejorada del horno de ladrillos en un 80% en 2030.	CH ₄ :4.1K (44)	CH ₄ :7.5K (80)
							BC: 211 (44)	BC: 383 (80)

Transporte	BC	3.5 K	4.3 K	5.8 K	1. Más disponibilidad de diésel ultra bajo en azufre en el ámbito nacional, y establecer normas para la reducción de contaminantes de los vehículos (incluidos los filtros de partículas diésel), equivalentes a los que figuran en las normas Euro-6/VI, para los vehículos en carretera.		BC: 1.7 K (40)	BC: 3.2 K (55)
PEMEX Petróleo y Gas producción procesamiento y distribución	CH ₄	455 K	586 K	709 K	1. Reducción de GEI de la producción de petróleo y gas. Reducción del gas quemado usando el equipo de compresión e inyección en exploración y producción de petróleo y gas. Desarrollo de estudios y análisis en la reducción de emisiones fugitivas de CH ₄ . Incrementar la recuperación y utilización en vez de venteo del gas y mejorar el control de emisiones involuntarias y fugitivas durante la producción de petróleo y gas natural.	1. Esta medida se aplica desde 2004. Para este caso escenarios BAU y de control son iguales. Esta medida modifica la tasa de emisión.	CH ₄ :0.8K (0.1)	CH ₄ : 1K (0.1)
	BC	24 K	14.2 K	17.4 K			BC: 10.8 K (76)	BC: 13.3 K (76.4)
Generación de energía	CH ₄	2.7 k	2.7 K	3.7K	1. Incrementar la producción y generación de electricidad con tecnología que no use combustibles fósiles.	1. Limitar el uso de combustibles fósiles a 65%, granjas eólicas y respaldo con turbogas.	CH ₄ :107 (4%)	CH ₄ :332 (9%)
							BC: 0.5 (4)	BC: 1.2 (9)
	BC	24	14	13	2. Incrementar la producción y generación de electricidad con tecnología no fósil.	2. Limitar el uso de combustible fósil a 65%, granjas eólicas nuclear y respaldo con turbogas.	CH ₄ :113 (4)	CH ₄ :350 (9)
							BC: 0.56 (4)	BC: 1.2 (9)

Las emisiones preliminares estimadas usando la herramienta de cálculo LEAP mediante la aplicación de las medidas de control se muestran en la Tabla 11; donde se representan reducciones acumulativas para 2030; las reducciones más grandes vienen de las medidas de control 2.

Tabla 11. Reducciones acumuladas de las emisiones del 2010 a 2030 (Gg) para el carbono negro y metano

CARBONO NEGRO		
	Control 1	Control 2
Petróleo y Gas	219.2	219.2
Estufas	34.6	57.1
Transporte	32.8	32.8
Incendios	17.6	17.6
Quema a cielo abierto de RSU	5.8	5.8
Quema pre cosecha de caña	4.8	6.6
Ladrilleras	2.6	4.4
Labranza	0.2	0.2
METANO		
Relleno Sanitario	5,768	9,044
Tratamiento de agua residual	787.9	983.0
Estufas	427.4	705.8
Fermentación Entérica	615.5	615.5
Minería de carbón	485.6	647.5
Manejo de estiércol	189.3	189.3
Incendios	31.6	42.9
Quema a cielo abierto de RSU	100.9	100.9
Ladrilleras	50.0	84.9
Generación de electricidad	2.7	2.8

En el caso de carbono negro: la mayor reducción acumulada provienen del petróleo y gas, seguido por estufas de leña y transporte. Para metano: rellenos sanitarios, aguas residuales, estufas, fermentación entérica y minería del carbón son las actividades con mayor reducción acumulada.

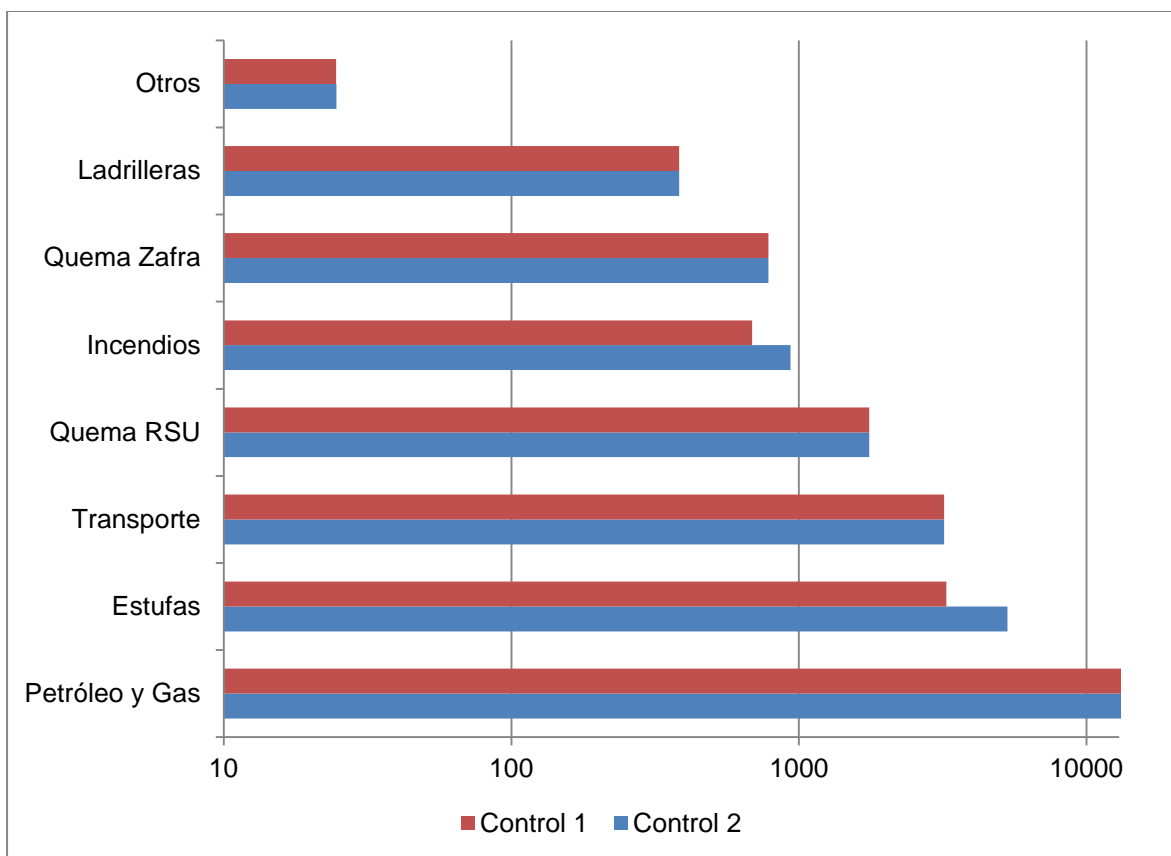


Figura 13. Reducciones en las emisiones de carbono negro (Mg) para cada sector escenarios de referencia, control 1 y control 2 para 2030.

Para el carbono negro, petróleo y gas tiene la mayor reducción seguida por estufas, transporte, incendios forestales, quema a cielo abierto de residuos municipales, quema pre cosecha de caña de azúcar, hornos de ladrillo y otros, como se muestra en la Figura 13.

Para el metano, una reducción significativa puede obtenerse mediante la implementación de los escenarios de control 1; la mayor reducción se obtiene por las emisiones de rellenos sanitarios, seguidas por la ganadería, aguas residuales, petróleo y gas, minería de carbón y estufas, con menor contribución por la quema de basura, incendios forestales, quema pre-cosecha de caña de azúcar y otras categorías que tienen un bajo impacto, como se muestra en la Figura 14. En todos los casos, implementando control de la políticas 2 conducirá a una mayor reducción de emisiones para los sectores que consideran dos políticas diferentes.

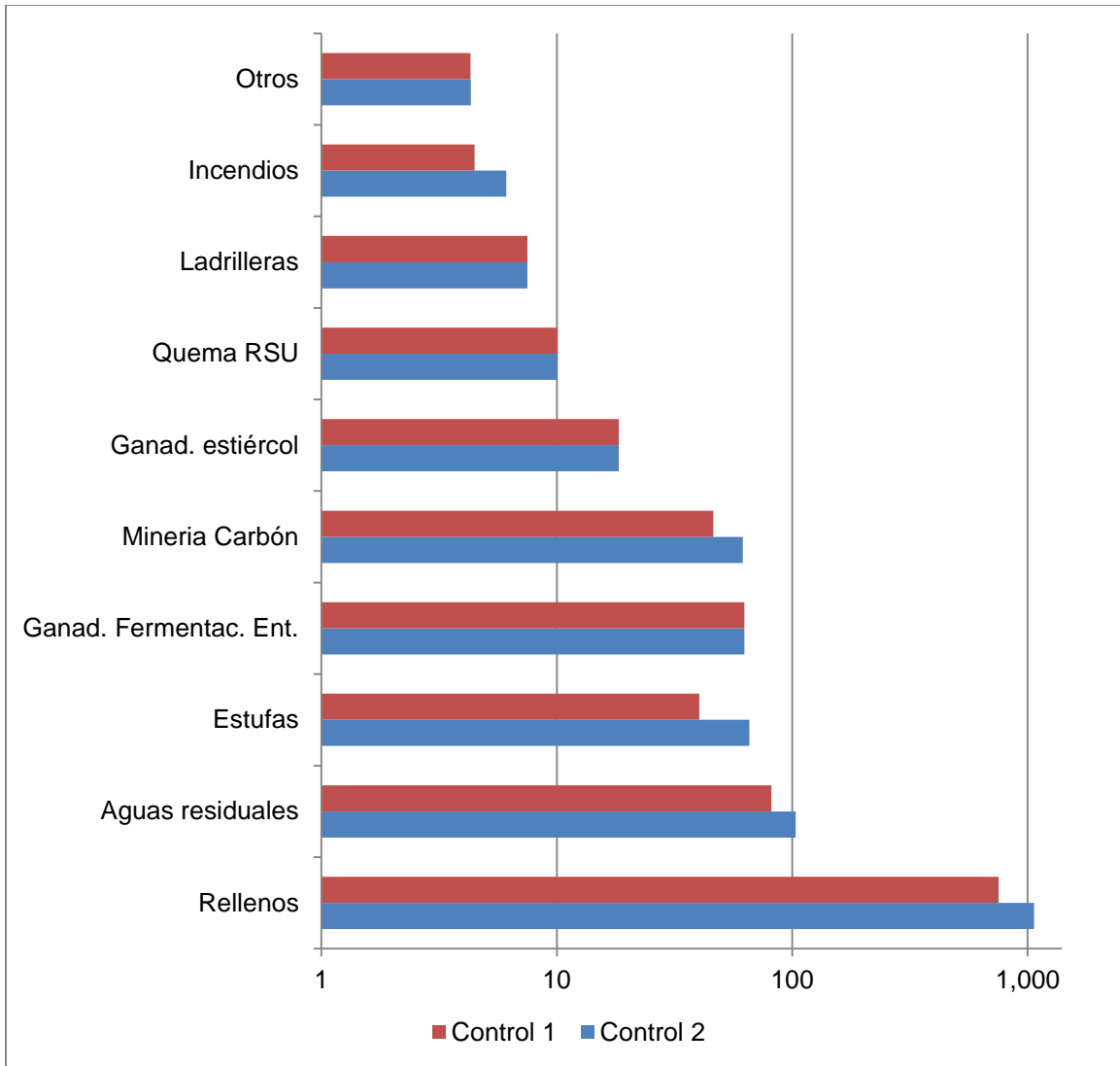


Figura 14. Reducción de las emisiones de metano (Gg) para cada sector

3.5.2 Evaluación de beneficios

La parte del beneficio de la herramienta de cálculo esta todavía en desarrollo por el SEI y actualmente sólo es capaz de evaluar los impactos sobre la salud humana a la exposición a partículas (PM). Los coeficientes necesarios para evaluar los impactos del ozono (O₃) sobre la salud y los cultivos, y en el forzamiento radiactivo, todavía se están desarrollando por el SEI. Así, en esta etapa, la herramienta de cálculo sólo puede considerarse como un prototipo que aún no se ha terminado, depurado y revisado por expertos para verificar su robustez. Sin embargo, actualmente es capaz de estimar las emisiones, generar escenarios de emisiones y modelar beneficios para la salud (debido a la reducción de la exposición a PM) que resultarán de las medidas alternativas de control de CCVC.

Una herramienta de Cálculo de Beneficios basada en una hoja Excel está siendo utilizada para esta evaluación. Esto incluye las hojas de cálculo que contiene una malla (2x2.5 grados) con los datos globales estándar de emisiones del año base 2005 y las estimaciones para 2030 según dos escenarios: El *Escenario de Referencia* (es decir, 'Tendencial' sin la mitigación adicional más allá de los que ya ha planeado y suponiendo que energía y demanda de combustible en función de las previsiones de la Agencia Internacional de Energía [AIE]) y al Implementar *Completamente el Escenario* donde el total de las 16 mitigaciones de SLCP (identificadas en el informe de evaluación del PNUMA/OMM [2011]) se aplican plenamente a nivel mundial para el año 2030. El conjunto de emisiones por defecto, como el que se usa en el Informe de Evaluación de PNUMA y la OMM [UNEP-WMO, 2011] son derivadas de IIASSA/GAINS y luego se distribuyen en una malla y los faltantes se obtiene del Centro Común de Investigación (CCI) en Ispra (Varese), Italia.

Otras hojas de cálculo contienen coeficientes globales, una malla con coeficientes de ponderación para PM_{2.5} y O₃ que, al multiplicar por las emisiones por defecto (de la malla), dan la concentración PM_{2.5} y O₃ con esto se obtendrán las concentraciones en el país seleccionado.²⁹

El impacto a la salud humana debido a los cambios en las emisiones se estima de concentraciones-respuestas factores de PM/O₃ y el riesgo relativo para enfermedades cardiopulmonares (suma de afecciones cardiovasculares y respiratorias), cáncer de pulmón, y (para O₃ impacto solamente) enfermedad respiratoria [ver Anenberg et al., 2012]:

$$\Delta \text{Mort} = y_0 \times \text{Pop} \times (1 - \exp^{-\beta (\text{lin}) \Delta X})$$

Donde ΔMort - Cambio en mortalidad debido a un cambio en concentración de PM_{2.5} (u ozono)

y_0 – tasa de mortalidad promedio base de país (por defecto de Carga Global de Enfermedad)

Pop – población total del país (por defecto de CIESIN o definidos por el usuario)

ΔX – Cambio en el promedio ponderado de población cambio de país en concentración
Modelo de GEOS-Chema Asistente

β – factor de concentración-respuesta = en (RR)/ ΔX

RR – riesgo relativo

Cardiopulmonar RR 1.09 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1999-2000

Cáncer de pulmón RR 1.14 per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1999-2000

²⁹ Producido por D. Henze en la Universidad de Colorado del modelo GEOS-Chem Asistente.

Enfermedades respiratorias RR para la mortalidad a largo plazo del ozono: 1.04

Usando la información y las ecuaciones anteriores, la herramienta de cálculo estima el número de muertes prematuras (carga) en el país debido a la exposición de $PM_{2.5}$ y O_3 resultantes de las emisiones mundiales. Los datos de emisiones no predeterminados para México, generados por el módulo LEAP, se utilizaron como entrada y se presentan en la Tabla 12 y Figura 15. La calculadora así puede habilitar escenarios de emisiones a comparar y determinar los beneficios para la salud (como las muertes prematuras que se evitan) que se acumularían de implementar medidas de control de uno o más SLCP en México.

El proceso de sondeo de expertos sólo proporcionó cálculos generales de la relación causa-efecto, y debido a que se requiere que se use estimaciones de causa-efecto específicos se utilizó el cálculo específico realizado por Pope et al. [2002]. Esta última estimación se escaló a una tasa de 1.8 de las estimaciones de dosis-efecto generales dadas por el sondeo de expertos de la EPA de EE. UU.

Tabla 12 presenta los datos de población, tasa de enfermedad, riesgo relativo y concentración-respuesta de factores utilizados en la evaluación de beneficio. Los datos predeterminados fueron proporcionados por la herramienta de cálculo excepto población y demografía. Se utilizaron los mismos para el 2010 y 2030.

Tabla 12. Base de datos para la evaluación de beneficios

	Año Histórico	Año Histórico	Año de Proyección	Referencia
	2005	2010	2030	
Población Total	107,151,011	114,289,406	131,478,659	CONAPO
Proporción de población de más de 30 años	0.4850	0.4850	0.5300	CONAPO
Tasa de enfermedad cardiopulmonar para pob de más 30 (proporción por año)	0.00550	0.00550	0.00550	
RR – enfermedad cardiopulmonar (per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.09	1.09	1.09	ACS [Pope et al., 2002]
Cardiopulmonar β (beta)= $\text{LN}(\text{RR})/10*1.8$	0.0155	0.0155	0.0155	
Tasa de cáncer pulmón para pob de más de 30 (proporción al año)	0.000347	0.000347	0.000347	
RR – cáncer pulmón (per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.14	1.14	1.14	ACS [Pope et al., 2002]
Cáncer pulmón beta ($\beta = \text{LN}(\text{RR})/10*1.8$)	0.0236	0.0236	0.0236	
Tasa de enfermedad respiratoria para pob de más de 30 (proporción al año)	0.00162	0.00162	0.00162	
RR – Enfermedad respiratoria (por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.04	1.04	1.04	Jerrett et al., 2009
Enfermedad respiratoria beta ($\beta = \text{LN}(\text{RR})/10$)	0.0039	0.0039	0.0039	

Basado en las emisiones obtenidas para escenario de caso base, escenario de política de Control 1 y Control 2, los beneficios totales obtenidos fueron alrededor de **5,400** muertes prematuras evitadas por escenario de políticas 1 y **5,980** muertes evitadas por escenario de políticas 2.³⁰ Las emisiones de los incendios forestales son una importante fuente de contaminantes del aire; sin embargo no se considera en el cálculo de beneficios para la salud. Así es que, en un año en particular, el impacto de los incendios forestales sobre la carga de salud absoluta de todo el período no tendría ningún impacto, en la salud (es decir, la diferencia entre las cargas para los escenarios de referencia y escenarios de control para 2030) de cualquier escenario de mitigación elegido. Esto es porque se asume que los incendios permanecen más o menos constantes durante todo el periodo.

La herramienta de análisis de beneficio es útil para una estimación aproximada; sin embargo, para una estimación más detallada una regionalización de modelos globales puede usarse para identificar la mejor exposición de la población y los ecosistema a contaminantes en el país. Las vidas salvadas están relacionadas con las medidas consideradas en este proyecto. En la herramienta de cálculo, los factores de emisión para los contaminantes no-criterio se presentan y están disponibles en la Tabla 13 y con las actividades fue posible estimar sus emisiones, las emisiones se presentan para la línea base y para la aplicación de todas las políticas de los sectores de mitigación para las políticas de control de ambos escenarios.

³⁰ Estos valores son preliminares; la principal contribuyente es la reducción del sector residencial (estufas). Algunos aspectos de la herramienta de beneficio de salud están en discusión con los desarrolladores. Desde el análisis de incertidumbre de estufas en el Apéndice C, el margen para evitadas muertes varía entre 40% a 250%.

Tabla 13. Emisiones no predeterminadas para escenarios históricos, línea base y escenarios con reducción 1 y 2.

Emisiones³¹ (Gg)	Histórica	Escenario Base	Escenario 1	Escenario 2
Año:	2010	2030	2030	2030
Carbono Negro (CN)	47.0	48.9	26.2	24.1
Carbono Orgánico (OC)	52.5	52.1	25.1	8.1
Óxidos de azufre (SO _x)	68.3	94.2	50.5	49.9
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	1455	2145	1491	1483
Amoniaco (NH _x)	580.7	698.1	694.0	691.4
Otros PM _{2.5} ³²	105.6	128.9	92.9	86.8
Monóxido de carbono (CO)	11541	6026	4873	4531
Compuestos Orgánicos volátiles no metano (NMVOCs)	997.9	515.0	463.5	445.0
Metano (CH ₄)	4159	5724	4700	4326

Un análisis similar puede realizarse para obtener los beneficios de salud por sector; en este caso una reducción de un sector específico se aplica y se utiliza en la herramienta de cálculo de evaluación de salud. Figura 15 presenta los beneficios por sector, que considera sólo las reducciones obtenidas mediante la aplicación de las medidas de mitigación de un sector específico. Hay que notar que algunos sectores, ej., servicio e industria, no se incluyeron en las estimaciones en esta etapa debido a la falta de la información para las medidas de mitigación.

Un análisis de sensibilidad se presenta en el Apéndice C, lo cual demuestra que el NO_x tiene la mayor influencia sobre las muertes evitadas, seguido por otros PM_{2.5}. Si un escenario tiene una importante reducción de estos contaminantes, tendrá un mayor número de muertes evitadas, como es el caso del sector de estufas y transporte. Para realizar la mejor estimación de beneficio se requiere de información acerca de las emisiones de co-contaminantes. Apéndice C también ilustra las estimaciones de incertidumbre en las emisiones en SLCP y beneficios usando estufas como caso de estudio.

³¹ Estas emisiones no consideran las emisiones de la quema de bosques y pastizales.

³² 'Otro PM_{2.5}' = PM_{2.5} - BC - (OC x 1.3).

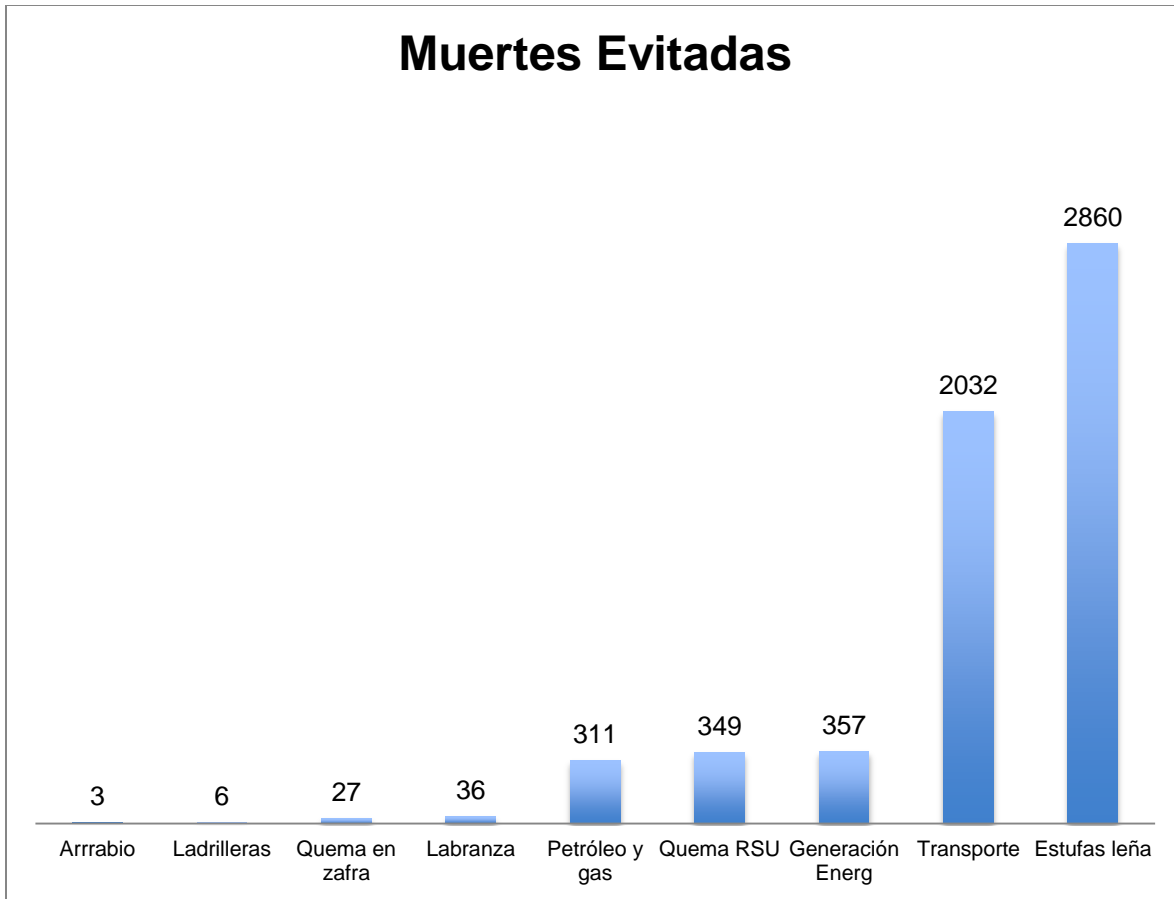


Figura 15. Beneficios por sector. Muertes evitadas debido a implementación del escenarios de mitigación control 2 para el año 2030

CAPÍTULO 4 LAS VÍAS PERTINENTES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS SLCP EN MÉXICO

Las principales políticas y medidas de mitigación de las emisiones de carbono negro y metano en México se identificaron a través de un análisis de las políticas e iniciativas nacionales actuales. Las medidas propuestas en la evaluación de PNUMA/OMM y las nuevas políticas o medidas por INECC fueron evaluadas e integradas en este reporte. La figura 16 ilustra las Guías Principales del Enfoque Estratégico para implementar las medidas de CCVC.

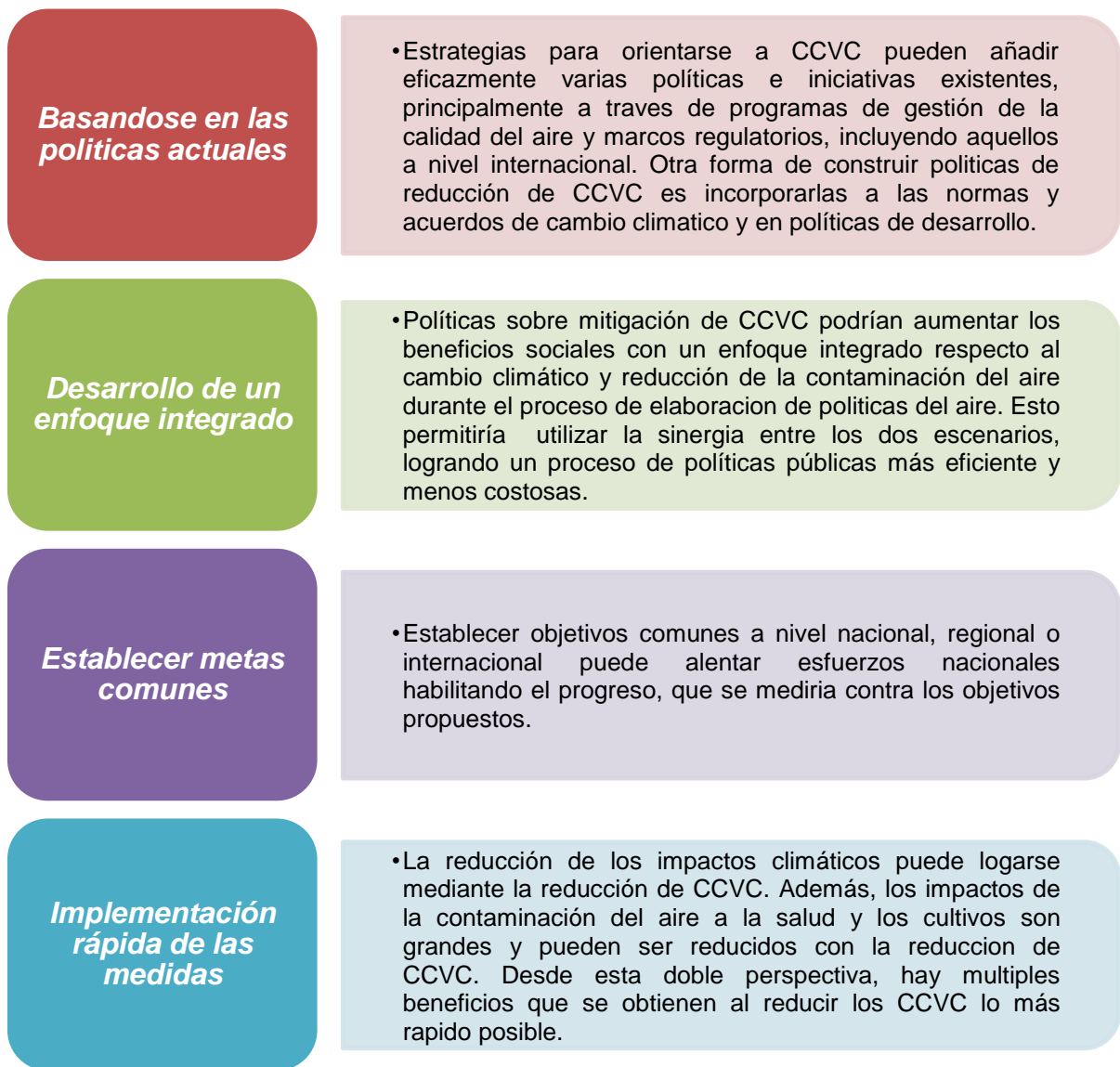


Figura 16: Principios para la orientación del enfoque estratégico para la implementación de medidas CCVC (Fuente: adaptado de PNUMA 2011 “Protección del Clima a Corto Plazo y los Beneficios al Aire Limpio – Políticas y Medidas para reducir Forzadores Climáticos de Corta Vida”)

La iniciativa actual, el Apoyo al Plan de Acción Nacional (SNAP por sus siglas en inglés) para SLCPs en México, ha identificado 19 medidas de reducción principales, 10 para reducir las emisiones de carbono negro y 9 para reducir las emisiones de metano de las principales fuentes.

Las medidas de reducción de carbono negro y metano han sido agrupadas en seis categorías: Agricultura y Ganadería, Silvicultura, Industria, Residencial, Residuos, Transporte, y Producción del Combustible Fósil y Energía. Estas medidas preliminares incluyen las medidas propuestas en PNUMA [2011] y las acciones locales y las políticas existentes que son complementarias o que podrían ser complementarios para mitigar SLCPs.

Dado que existe poca información disponible para estimar las emisiones de algunas categorías, algunas medidas propuestas se tratan como un análisis de sensibilidad, y se requiere que más investigación evalúe la política nacional. Hay otros sectores que tienen más potencial de mitigación pero se necesitan más investigaciones en la segunda fase con el fin de construir la línea de base y realizar algunos análisis de la mitigación. Estos son:

- Quema a cielo abierto de residuos municipales. Actualmente los datos consideraron que sólo las casas rurales queman la basura y la proporción de la quema de desecho es el 40%. Es importante considerar también a las zonas urbanas. Además, es necesario para el cálculo de los residuos quemados incluir datos más específicos, diferenciados por tipo de arreglo, composición, condiciones de recolección y eliminación de áreas, también la elaboración de un diagnóstico detallado sobre los vertederos municipales o intermediales y la cantidad de residuos que manejan. Más investigación sobre la tasa de actividad se podría generar.
- Labranza. Es necesario caracterizar los procesos de remoción de suelo con las tecnologías utilizadas en las diferentes regiones agroecológicas de México. También, la estimación presentada en la línea de base necesitan ser validadas para incluir el porcentaje de la mecanización en la siembra y cosecha, las prácticas de labranza para la siembra, cosecha y barbecho realizadas por los productores agrícolas en México.
- Quema de residuos agrícolas. Actualmente no hay información suficiente para calcular emisiones de quema de residuos agrícolas durante la cosecha, que es una práctica común en México. Es necesaria más investigación para integrar otras cosechas importantes (como el maíz) al inventario de la emisión actual que sólo considera la quema de la caña de azúcar.
- Transporte fuera de carretera. En este proyecto se consideró sólo el transporte en carretera. Pero hay otras fuentes importantes de transporte fuera de caminos, como equipo agrícola y de construcción, aviones y barcos que contribuyen a las emisiones en este sector. Para la estimación de los impactos de estas fuentes, se necesita más información, incluyendo tasa de actividad y factores de emisión, para estas fuentes.

Tablas 14 y 15 resumen las medidas del plan acción para reducir las emisiones de carbono negro y metano. Cada tabla resume el objetivo de la medida, el contacto actual (estatus, política, proyectos/ programas), principales obstáculos y las acciones necesarias para superar las barreras para la implementación de la estrategia.

Tabla 14: Medidas para reducir emisiones de carbono negro³³

Sector: Transporte					
Medidas	Objetivo	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
<p>Disponibilidad a nivel nacional de los combustibles diésel de bajo contenido de azufre para vehículos.</p> <p>Normas de emisión más estrictas.</p>	<p>Reducir contaminantes atmosféricos de fuentes móviles mediante el uso de combustibles de bajo contenido de azufre y la adopción de regulaciones más estrictas</p>	<p>Actualmente, México está evaluando las mejores opciones para introducir vehículos más limpios y eficientes; sin embargo, antes de esto es necesario contar con la disponibilidad de combustibles de ultra bajo azufre.</p> <p>En México, existen tres tipos de combustibles con su contenido de azufre promedio respectivo: gasolina magna, 300 ppm; premium, 30 ppm, y diésel, con 15 y 500 ppm. Gasolina magna es disponible en todo el país, pero la gasolina premium y diésel con bajo contenido de azufre sólo se venden en algunas zonas del país.</p> <p>El marco regulatorio desempeña un papel importante en la calidad de las tecnologías del vehículo, incluyendo control de emisiones atmosféricas. La adopción de las normas en México a las normas equivalentes en Estados Unidos, Europa o California (evaluados bajo el escenario actual) asegurará de que vehículos limpios se vendan en México con la consecuente mejora de la calidad de aire y salud de la población.</p>	<p>Finanzas: PEMEX afirma los altos costos de inversión requeridos para que las refinerías reduzcan el contenido de azufre en los combustibles. Combustibles con bajo contenido en azufre que actualmente se vende en México son importados</p> <p>El costo de los vehículos con las tecnologías más avanzadas internacionalmente puede representar un mayor costo para los usuarios finales, que podrían inhibir potencialmente su adquisición.</p> <p>Logístico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se presume que los combustibles de bajo contenido de azufre deben estar disponibles en todo el país con el fin de presentar las mejores tecnologías de vehículos. - La industria automotriz tiene que estar preparada para producir la mejor tecnología en el Mercado. 	<p>Ampliar la disponibilidad de diésel de bajo azufre</p> <p>Examinar la norma 086 características de estándar de combustible que utilizan las nuevas tecnologías, no sólo bajo contenido de azufre.</p> <p>Desarrollar nuevas normas para reducir vehículos contaminantes .</p> <p>Promulgar estándares para la chatarrización.</p> <p>Ajustar las normas federales para la implementación de transporte local.</p> <p>Promulgar la norma de eficiencia de energía para vehículos pesados.</p>	<p>Reducción de emisiones de CN por 1.7 Gg en 2020 y 3.2 Gg en 2030.</p> <p>Beneficio para la salud de la calidad del aire mejorada.</p>

³³ Para la labranza ninguna medida se considera porque el grupo técnico recomendó mejorar el cálculo de la emisión total (factor de emisión y tasa de actividad) para obtener más información sobre maquinaria agrícola usada en México (es decir, nivel de mecanización de la cosecha). Las emisiones de carbono negro se generan a partir de la desintegración de los agregados del suelo.

Sector: Quema Agrícolas (Pre-Cosecha de Caña)					
Medidas	Objetivo	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Fomentar la mecanización de la cosecha de caña de azúcar	Reducir la quema durante pre cosecha de sector de la caña de azúcar y además incluir otra quema agrícola	<p>En México, aproximadamente el 85% de los campos de caña de azúcar se queman antes de la cosecha con el fin de facilitar la recolección y reducir el trabajo manual. La cosecha mecanizada elimina la necesidad de quemar el campo pero es muy costoso. Además, en algunas regiones de México la mecanización es difícil, si no imposible debido a la topografía compleja de los campos. Este tipo de quema contribuye significativamente a la contaminación del aire en las zonas rurales dónde se encuentra la producción de caña de azúcar.</p> <p>En 2010, las emisiones de caña de azúcar representaban menos del 7% de las emisiones totales de carbono negro, y las tendencias demuestran que el aumento podría ser de aproximadamente 9% a 4.7 Gg en 2030.</p> <p>Los programas agrícolas actuales ayudan a financiar una parte del equipo de producción, con inclusión de las máquinas y equipos para la cosecha de caña sin quemar. El objetivo es aumentar el nivel de mecanización de la cosecha de la caña y el 20% al 2020 y 30% al 2030, aumentando la eficacia de este sector.</p>	<p>Finanzas: La mayoría de los productores de caña de azúcar no tienen acceso a la financiación de maquinaria para la cosecha y los programas del sector que los financian requieren cofinanciamiento de los productores.</p> <p>Tecnología: En algunas regiones de producción de caña de azúcar la topografía impide la utilización de la maquinaria durante la cosecha.</p>	<p>Promover y financiar la adquisición de maquinaria de cosecha en el sector azucarero.</p> <p>Implementar programas estatales de préstamo de maquinaria.</p>	<p>Reducción de emisiones de CN por 0.16 Gg en 2020 y 0.78 Gg en 2030</p> <p>Reducción de las emisiones de contaminantes tóxicos (p.ej., dioxinas y furanos).</p> <p>Reducción del riesgo de generación de incendios forestales.</p> <p>Beneficio para la salud por la mejora en la calidad del aire.</p>
Sector: Incendios Forestales					
Medidas	Objetivo	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Refuerzo de la Comisión Nacional Forestal contra incendios forestales	Desarrollar acciones de prevención y control en los	A pesar de los esfuerzos nacionales, los incendios forestales siguen siendo predominantes en México y podrían ser más perjudiciales a causa de los	Capacidad Institucional: La prevención y reacción inmediata, y el control de incendios forestales	Reforzar el programa nacional de protección de incendios	Reducción de las emisiones de carbono negro de 0.17 Gg para

(CONAFOR)	estados con más incendios frecuentes: Sonora (75,202 ha quemadas), Chihuahua (51,903), Durango (51,626), Coahuila (32,189), Baja California (27,301).	<p>efectos del cambio climático y la aridez de algunas regiones.</p> <p>Esta medida tiene el propósito de reforzar los programas actuales y movilizar acciones de mitigación en las regiones que históricamente han sido las más afectadas por los incendios forestales (representan 34% del total de las zonas afectadas por los incendios forestales). Esto se lograra reforzando la prevención de incendios y mejorando la eficiencia y eficacia de los procesos de extinción.</p> <p>Este es un proyecto coordinado por diversas instituciones de los gobiernos federales, estatales y municipales, los propietarios de terrenos forestales y los titulares a través de asociaciones de servicios técnicos y productores forestales y de organizaciones no gubernamentales.</p>	necesitan ser reforzados. Sumado a que a pesar del control técnico las principales zonas boscosas no podrían ser monitoreadas continuamente, algunas regiones son de difícil acceso, y los recursos humanos de las instituciones forestales son limitados	forestales. Considerar más prevención y control de acciones para reducir los incendios forestales en los estados.	<p>2020 y 0.7 Gg en 2030.</p> <p>Beneficios a la salud por una mejora en la calidad del aire y beneficios ambientales por reducción en la frecuencia de los incendios forestales.</p> <p>Reducción de la deforestación. Proteger el ambiente.</p>
Refuerzo y control de Norma Oficial Mexicana NOM-015 SEMARNAT – SAGARPA	Reforzar la legislación actual.	<p>La NOM 015 SEMARNAT – SAGARPA tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas para los métodos de uso del fuego en terrenos forestales y tierras agrícolas para prevenir y disminuir los incendios forestales. En cambio, no hay acciones de control, e históricamente, los incendios han causado grandes incendios forestales.</p> <p>Si se reducen los incendios de origen Agrícola e intencional, podría controlarle aproximadamente el 25% de la superficie total quemada (en 2010).</p>	<p>Social: En el sector, la quema a cielo abierto se lleva a cabo para limpiar la tierra para la siembra y control de plagas, enfermedades y malezas. Estas actividades han causado emisiones elevadas de partículas y no pueden cambiar si no hay programas educativos para evitarlas.</p> <p>Capacidad Institucional: El control técnico es un problema para el sector debido a los recursos limitados para supervisar y aplicar las sanciones establecidas en la ley a aquellos que no respetan la NOM-015 SEMARNAT – SAGARPA.</p>	<p>Reforzar la NOM-015 SEMARNAT-SAGARPA</p> <p>Fortalecer las acciones preventivas en el sector agrícola para reducir los incendios forestales</p> <p>Crear conciencia sobre los efectos dañinos de la quema agrícola</p>	<p>Reducción de emisiones de carbono negro por 0.23 Gg en 2020 y 0.9 Gg en 2030</p> <p>Beneficios para la salud y mejoras en la calidad del aire.</p> <p>Reducción de la deforestación</p>

Sector: Estufas (Quema de Leña)					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Promover la sustitución de cocinas tradicionales (fogón) por cocinas mejoradas en los municipios rurales con alto nivel de pobreza (índice de marginación alto y muy alto)	Reducir la contaminación del aire en hogares de bajos ingresos de las áreas rurales, de este modo, reducir los impactos adversos en la salud	<p>En México, el uso de estufas tradicionales en las zonas rurales aun es común. Aproximadamente 4 millones de hogares rurales utilizan leña para cocinar. En 2010, alrededor de 15 Tg de leña fue utilizada para las estufas. La contaminación del aire en interiores (IAP por su sigla en inglés), que resulta principalmente de la combustión de la biomasa en estufas tradicionales en zonas rurales, es un gran problema social y de salud en México.</p> <p>En los últimos 6 años, con la intención de reducir la exposición a las partículas y sus consecuentes riesgos a la salud, hubo iniciativas federales y regionales, y programas para reemplazar estufas tradicionales por cocinas mejoradas. En estos programas, el costo fue cubierto por el gobierno</p>	<p>Técnica: Durabilidad limitada de algunas estufas mejoradas.</p> <p>Costo: Alto costo de la tecnología implementada en las zonas rurales.</p> <p>Tradiciones Sociales: Falta de sensibilización de las poblaciones afectadas al riesgo por exposición a los contaminantes y el desconocimiento sobre la disponibilidad de estufas limpias y eficientes.</p> <p>Información: Necesidad de reducir la incertidumbre en la tasa de actividad (consumo de leña en diferentes áreas, incluyendo zonas urbanas).</p>	<p>Mejorar los programas actuales para sustituir los fogones por opciones eficientes y culturalmente aceptables.</p> <p>Mejorar los factores de emisión y la tasa de actividad para estufas de leña.</p> <p>Evaluar la conveniencia de incluir consumo de leña en las zonas urbanas en el cálculo del consumo de combustibles.</p> <p>Incluir la participación de instituciones como SEDESOL, SEMARNAT, SENER, SEP, SALUD e industria en el diseño de las medidas de mitigación para cocinas.</p> <p>Continuar con el programa de introducción de estufas mejoradas en México.</p>	<p>Reducción de emisiones de CN por 1.7 Gg en 2020 y 3.2 Gg en 2030</p> <p>Beneficios para la salud a través de la reducción de contaminantes del aire en interiores.</p> <p>Ahorro mediante el uso de estufas más eficientes.</p>
Desarrollo de políticas sociales y ambientales implementadas por la SEDESOL, SEMARNAT, CONAFOR, PESA-SAGARPA; orientadas a la sustitución del fogón con las cocinas mejoradas en zonas semi-rurales.	Reducir el uso de leña como combustible en zonas rurales, reducir los impactos adversos en la salud en los hogares y problemas de control de la deforestación.	<p>Sin embargo, en las medidas adoptadas en el pasado ha faltado el apoyo y programas de evaluación de su efectividad; esto ha generado baja aceptación e ineficiencia en las zonas rurales.</p>	<p>Técnica: Durabilidad limitada de algunas estufas mejoradas.</p> <p>Financiero: Alto costo de la tecnología implementada en las zonas rurales.</p> <p>Tradiciones Sociales: Preferencia para utilizar estufas tradicionales.</p>		<p>Reducción del CN por 2.8 Gg en 2020 y 5.3 Gg en 2030.</p> <p>Beneficios en la salud por la reducción de contaminantes del aire en interiores.</p> <p>Reducción de la deforestación.</p>

Sector: Producción de Petróleo y Gas					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Recuperación y utilización prolongada de gas asociado en el venteo la mejora en el control de las emisiones fugitivas en la producción de petróleo y gas natural.	Reducir la cantidad de fugas de gases quemados.	Para cumplir con las disposiciones de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y La Ley de Cambio Climático, es necesario que PEMEX participe en programas para mitigar las emisiones de gases de GEI a través del uso eficiente de los proyectos de cogeneración de energía eléctrica, mejorar la eficiencia energética en los procesos industriales y desarrollar la infraestructura para utilizar el gas. La quema de gas puede reducirse mediante la instalación de equipo de compresión e inyección en los procesos de exploración y producción, y a través de estudios y análisis para reducir las emisiones fugitivas de metano.	<p>Capacidad: La falta de una metodología para identificar, evaluar y desarrollar proyectos de mitigación de GEI.</p> <p>Personal: Baja disponibilidad de personal con experiencia e proyectos de eficiencia energética y de adaptación y mitigación del cambio climático.</p> <p>Financiero: Costo de la crisis económica.</p> <p>Información: Complejidad para obtener la información.</p>	<p>Instalar sistemas y equipos para reducir las emisiones fugitivas y a través del venteo</p> <p>Instalar sistemas más eficientes para reducir las emisiones de CN.</p>	Reducción de emisiones de CN por 10.8 Gg en 2020 y 13.3 Gg en 2030
Sector: Ladrilleras					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
<p>Reemplazar las ladrilleras tradicionales con hornos de ladrillos mejorados.</p> <p>Transformación de la producción de ladrillo tradicional en las nuevas tecnologías para el año 2030, con tres horizontes en 2018, 2023 y 2030.</p>	Promover el uso de tecnologías menos contaminantes en la producción de ladrillos.	<p>México conduce la iniciativa CCAC para mitigar el carbono negro y otros contaminantes durante la producción de ladrillo.</p> <p>En México, hay unas 17,000 ladrilleras tradicionales en las zonas rurales. La producción a pequeña escala de ladrillos representa menos de 1% de las emisiones de carbono negro en México.</p> <p>Algunos productores de ladrillos tradicionales utilizan la leña. Además de basarse en las antiguas tecnologías que son ineficientes, la mano de obra es intensiva y existe un gran riesgo para los trabajadores. Las tecnología mejoradas y modernas (hornos de</p>	<p>Información: El sector es predominantemente un informal, y no hay suficiente información en relación con la actividad, el impacto económico de la construcción formal del sector, consumo de combustible y factores de emisión para desarrollar una política específica. Reducción de la incertidumbre sobre la tasa de actividad.</p> <p>Trabajadores Calificados: Escasez significativa de trabajadores calificados</p>	<p>Desarrollar mecanismos de financiamiento para mejorar el sector</p> <p>Necesidad de llevar a cabo investigación para tener más información sobre este sector informal.</p> <p>Es necesaria una estrategia social más amplia dado que muchos de los productores no</p>	<p>Para la primera medida, la reducción de emisiones de carbono negro es de 0.07 Gg en 2020 y 0.38 Gg en 2030</p> <p>Para la Segunda medida la reducción de emisiones de carbono negro es de 0.2 Gg en 2020y 0.38 Gg en 2030.</p> <p>Reducción de las</p>

		<p>túnel usando gas natural) como MK-2 están actualmente en uso en México.</p> <p>Esta política considera dos escenarios. El primero es el más conservador y evalúa la conversión y aplicación de nuevas tecnologías en los principales estados Mexicanos, aquéllos que concentran la mayor parte de los productores de ladrillo (Jalisco, Puebla, Estado México, Guanajuato, Michoacán, San Luis Potosí). El otro escenario considera la conversión de todos de los productores de los hornos de ladrillo.</p>	<p>para la construcción y operación de nuevas tecnologías para hornos.</p> <p>Financiera: Falta de acceso a los fondos requeridos por los propietarios de los hornos para cambiar a las nuevas tecnologías.</p> <p>Técnico: Mejor conocimiento sobre número y tipos de tecnología de producción de ladrillo. Factores de emisión.</p>	<p>pueden cambiar a tecnologías mejoradas y podrían ser más eficientes cambiando a actividades alternativas.</p>	<p>emisiones de CO₂ y aumentar la eficiencia en el uso de combustible.</p> <p>Reducción de las emisiones de contaminantes tóxicos (p.ej., dioxinas y furanos)</p> <p>Beneficios para la salud por una mejora en la calidad del aire en ciudades y comunidades cercanas.</p> <p>Los niños no son expuestos a sustancias toxicas.</p> <p>Se mejoran las condiciones laborales.</p> <p>Se mejoran la calidad de vida para los trabajadores y sus familias.</p>
Sector: Generación de Energía					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
<p>Reducir la generación de electricidad con combustibles fósiles a un máximo del 65%.</p>	<p>Incrementar el uso de tecnología limpias en la producción y generación de energía en 2026.</p>	<p>Tradicionalmente, la generación de energía en México ha dependido del uso de combustibles fósiles. Sin embargo, es conveniente aumentar la tecnología que no los utiliza. La prospectiva para el sector consideró limitar el uso de combustibles fósiles al 65% para 2024 y aumentar el uso de granjas eólicas y tecnologías nucleares.</p>	<p>Financiero: Alto costo en las inversiones.</p> <p>Técnica: Para el caso de la energía eólica, es necesario llevar a cabo generación de energía auxiliar</p> <p>Social: Rechazo social a la construcción de una estación nuclear.</p>	<p>Uso de tecnologías renovables (energía eólica) en producción de electricidad.</p> <p>Uso de tecnologías renovables (energía eólica) y plantas de energía nuclear en la producción de electricidad.</p>	<p>Reducción de emisiones de carbono negro desde 0.5 Mg a 1.2 Mg.</p>

Tabla 15: Medidas para reducir emisiones de metano

Sector: Tratamiento de Aguas Residuales Municipales					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Mejorar la gestión de plantas de tratamientos de aguas residuales y recuperación de metano.	Mejorar del tratamiento de aguas residuales a través de una mejor gestión y operación de los sistemas.	Las emisiones de metano que vienen de tratamientos de aguas residuales son cerca de 10 % del total de las emisiones debido a altos costos de operación y baja eficiencia del sistema aeróbico. Con mejores acciones operacionales se puede alcanzar la reducción en emisiones de metano.	Financiero: Autoridades del municipio evitan el uso del aireador de aguas residuales debido al costo operacional (consumo de la electricidad). Capacidad: Falta de personal capacitado para la operación de tratamiento de aguas residuales aeróbica.	Aumentar el volumen de agua residual tratada. Mejorar la gestión de plantas de tratamiento de aguas residuales para reducir las emisiones de CH ₄ y captura de metano.	Reducción de emisiones de metano por 36 Gg en 2020 y por 82 Gg en 2030
La mejora de tratamientos primarios de aguas residuales a secundarios y terciarios con control de desbordamiento y recuperación de gas.					Reducción de emisiones de metano por 44 Gg en 2020 y por 104 Gg en 2030. Reducciones de emisiones Co-contaminadores. Reducción del olor.
Sector: Residuos Sólidos Municipales (rellenos)					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Fortalecimiento y promoción de programas para la separación de residuos sólidos urbanos (RSU), "programas 3R" (reducir, reutilizar y reciclar) considerados en la LGPGIR.	Reducir las emisiones de metano de los tiraderos a más del 60% con la menor generación de residuos.	La generación de Residuos Sólidos Municipales (RSM) aumentará de 0.97 kg/persona-día a 1.2 kg/persona-día en 2030. De la cantidad de RSU enviados a disposición, 60.54% son eliminados en los tiraderos y rellenos sanitarios, 15.93% en tiraderos abiertos y 2.07% se desconoce dónde es depositado. Con el programa 3R, es posible reducir hasta 60% de los RSU generados.	Social: Adhesión a prácticas tradicionales. Prácticas de consumo con mayor generación de tasas de residuos entre la población. Desarrollo Económico: Aumento de capacidad de adquisición y aumento en la producción de residuos por habitante.	Establecer programas para separar los residuos sólidos urbanos (RSU) y aumentar los programas de reciclaje 3R.	Reducción de emisiones de metano a 218 en 2020 y 753 Gg en 2030.

<p>Promover la recuperación de metano en los rellenos sanitarios y el uso de la energía generada.</p>	<p>Capturar un 50% de metano generado de los tiraderos.</p>	<p>La generación de residuos (RSU) municipal aumentara de 0.97 kg/persona-día a 1.2 kg/persona-día en 2030. De la cantidad de RSU enviada a disposición final, el 60.54% es desechado en tiraderos y rellenos sanitarios, el 15.93% en tiraderos abiertos y 2.07% se desconoce donde es depositado. La materia orgánica en los tiraderos se descompone por proceso bioquímico y durante el proceso anaerobio de productos que generan gases como el metano. El metano puede ser capturado para producir electricidad o a otras pequeñas industrias, como ladrilleras.</p>	<p>Capacidad: hay una falta de personal capacitado para la operación de recuperación de metano. Financiero: La inversión y disponibilidad de fondos es necesaria para implementar sistemas de recuperación.</p>	<p>Promover la recuperación del metano de vertederos de basura y el uso de generación de energía.</p>	<p>Reducción de emisiones de metano a 375 en 2020 y 1,065 Gg en 2030.</p>
---	---	---	---	---	---

Sector: Ganadero

Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
<p>Instalar un Sistema integral de manejo de estiércol, incluyendo la aplicación de bio-digestores y el uso de recuperación de metano en las granjas (carne de cerdo y carne de bovino y leche).</p>	<p>Mejorar del uso del estiércol para reducir los impactos ambientales de los diferentes animales, incluyendo minifundistas y sistemas de agricultura sin tierras.</p>	<p>Una de las medidas disponibles para controlar las emisiones de metano en el sector Agrícola proviene de la gestión del estiércol de ganado y cerdos. Estas emisiones representan el 43% de metano en México. En México hay algunos proyectos MDL que se implementaron para</p>	<p>Social: Adherencia a las practicas tradicionales debido a la falta de conocimiento para utilizar una dieta mejor. Financiero: Altos costos de capital iniciales para implementar bio-digestores. Tecnología: La energía producida por</p>	<p>Promover la instalación de sistemas integrados para manejar el abono de Ganado, incluso la realización de bio-digestores y generación de energía en granjas.</p>	<p>Reducción de emisiones de metano a 8.9 Gg en 2020 y 18 Gg en 2030. Reducción de emisiones de N₂O. Reducir la contaminación de aire y agua, y los olores. El gas capturado se</p>

		capturar el estiércol y generar energía en zonas rurales.	este sector no es suficiente para el comercio. Capacidad: Hay falta de personal capacitado para la instalación y operación de plantas de biogás y la rápida expansión de la tecnología.		utiliza para producir energía.
Mejora en la dieta y el manejo del pastoreo del ganado, las variaciones en la ruta metabólica, etc.	Reducción del 3% en las emisiones de metano un año después de implementar medidas de mitigación.	Fermentación entérica es una de las mayores emisiones de metano. Nutrición de ganado (incluyendo el suplemento de la dieta) y su gestión puede aumentar la productividad y reducir las emisiones de metano.	Social: Adherencia a las prácticas tradicionales. Financiero: Costo adicional para proporcionar la nueva dieta. Biológico: Introducción de nuevas especies (para alimentos y ganado).	Para mejorar la nutrición del ganado incluyendo la dieta. Tener el factor de emisión más detallado que considere la edad del ganado.	Reducción de emisiones de metano por 28 Gg en 2020 y 63 en 2030. Aumentar la eficacia de la producción.

Sector: Minería de Carbón

Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Incremento en la desgasificación durante el pre-minado y recuperación y oxidación del metano proveniente de la ventilación de minas de carbón.	Reducir las emisiones de metano de minas de carbón mediante la captura de las emisiones de metano fugitivas y de la desgasificación de vetas de carbón.	Durante millones de años, para formar las vetas carbón, se desarrolló un proceso bioquímico. Dicho proceso produce grandes cantidades de subproductos gaseosos, tales como dióxido de carbono y metano. El metano se elimina por el aire a través de las capas de carbón durante el proceso de extracción y por el venteo. También, una desgasificación de las capas de carbón es una	Información: Actualmente no hay proyectos de evaluación para identificar la reducción y el control de las emisiones de metano. Políticas: Actualmente no hay normas para la reducción de las emisiones de metano y de control. Financiero: los altos costos iniciales de capital para poner en práctica los sistemas de desgasificación y	Desarrollar estudios para evaluar la aplicación de la capacidad de recuperación y la tecnología. Promover el tema de la recuperación de metano.	Reducción de emisiones de metano entre 23 y 31 en 2020 y entre 46 y 62 Gg en 2030. Mejora de la seguridad de los mineros del carbón.

		opción para reducir las emisiones. Las emisiones de la minería del carbón representan alrededor del 7% de las emisiones de metano.	recuperación.		
Sector: Producción de Petróleo y Gas					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Recuperación y utilización extendida, en lugar de la ventilación, de gas asociado y un mejor control de las emisiones no deseadas y fugitivas de la producción de petróleo y gas natural	Para reducir la cantidad de gas fugitivo quemado.	Para cumplir con las disposiciones de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y La Ley de Cambio Climático, es necesario que PEMEX participe en programas para mitigar las emisiones de GEI mediante el uso eficiente de la energía eléctrica en los proyectos de cogeneración, mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales, y desarrollar infraestructura para usar el gas asociado en las actividades de producción. El gas en quemadores se puede reducir si se instala el equipo necesario para la compresión e inyección en Exploración y Producción y mediante estudios y análisis para reducir las emisiones fugitivas de metano.	<p>Capacidad: La falta de una metodología para identificar, evaluar y desarrollar proyectos de mitigación de GEI.</p> <p>Personal: Baja disponibilidad personal con experiencia en eficiencia energética, así como en la adaptación y la mitigación del cambio climático.</p> <p>Financiero: Costo de la crisis económica.</p> <p>Información: Complejidad para obtener la información.</p>	<p>Instalar sistemas y equipos para reducir las emisiones fugitivas y ventilación.</p> <p>Instalar sistemas más eficientes para reducir las emisiones de CN.</p>	Reducción de emisiones de metano entre 0.8 Gg en 2020 y 1 Gg en 2030.

Sector: Generación de Energía					
Medidas	Objetivos	Contexto	Principales Barreras	Acción	Impactos
Reducir la generación de electricidad con combustibles fósiles al máximo 65%.	Incrementar el uso de la tecnología no fósil en la producción y generación de energía en 2026.	Tradicionalmente, la generación de energía en México ha dependido del uso de combustibles fósiles. Sin embargo, es conveniente aumentar la tecnología que no usan combustibles fósiles. La prospectiva para el sector consideró limitar el uso de combustibles fósiles al 65% para 2024 y aumentar el uso de granjas eólicas y tecnologías nucleares.	<p>Financiero: Alto costo de las inversiones.</p> <p>Técnica: Es necesario llevar a cabo las generaciones de energía auxiliar en el caso de la energía eólica.</p> <p>Social: La construcción de una estación nuclear puede encontrar rechazo social en México,</p>	<p>Uso de tecnologías renovables (energía eólica) en producción de electricidad.</p> <p>Uso de tecnologías renovables (energía eólica) y plantas de energía nuclear en la producción de electricidad.</p>	Reducción de emisiones de metano entre 0.11 Gg en 2020 y 0.33 Gg en 2030.

CAPÍTULO 5 SIGUIENTES PASOS Y EL CAMINO A SEGUIR

Este capítulo extrae las conclusiones de los capítulos anteriores y sugiere pasos a seguir que podrían adoptarse para promover las medidas identificadas a través de los programas existentes gubernamentales, las nuevas iniciativas nacionales y los programas de cooperación internacional.

5.1 Coordinación e integración del proceso en el futuro

Los equipos colaborativos de MCE2 e INECC han avanzado hacia los objetivos generales establecidos en la fase piloto de la iniciativa SNAP en México con el apoyo de SEMARNAT y otros socios de la CCAC. Esto incluye la preparación del marco de la planificación nacional, reuniendo la información y adquiriendo las herramientas y metodologías para los procesos de planificación y evaluación. Sin embargo, queda mucho trabajo para la segunda fase de la iniciativa SNAP, especialmente en la comunicación con los principales actores de los diferentes sectores y para asegurar que el proceso de planificación nacional sea incorporado e integrado en el marco regulatorio existente sobre la calidad del aire y el plan de acción climática.

Como se describe en el Capítulo 1, aunque ha habido conversaciones individuales con diferentes secretarías y actores interesados, la reunión de actores interesados se retrasó hasta finales de abril, ya que el proyecto coincidía con cambios considerables en la estructura del gobierno de México. Además, debido a la reducida disponibilidad de tiempo, no fue posible conducir una discusión extensa con actores claves. Sólo las estrategias de mitigación de dos sectores- estufas y transporte – fueron seleccionadas por el INECC para una discusión detallada en la sesión del grupo de trabajo. Estos sectores se perfilan como de alta prioridad debido a la disponibilidad de la información y la oportunidad de discutir con los actores involucrados. Otros sectores serán los objetivos para fases futuras.

Lo siguiente lista algunas actividades que se podrían llevar a cabo:

- Continuación por INECC para liderar la discusión de las estrategias de mitigación y las barreras para la implementación con agencias gubernamentales, académicas y las instituciones de investigación, así como organizaciones no gubernamentales.
- Presentación de los resultados preliminares con las agencias gubernamentales en diferentes niveles (federal y estatal), y mayor refinamiento de las medidas de política presentada en esta fase inicial
- Análisis adicional de la tasa de actividad y factores de emisión para sectores relevantes, incluyendo comparación y evaluación con los conjuntos de datos que se generan desde el proyecto SLCP patrocinado por GEF
- Revisar la metodología para la construcción de las actividades económicas.
- Discusión con las partes interesadas sobre las medidas de mitigación de otros gases SLCP (incluyendo HFCs) y contaminantes, actividades y factores de emisiones.

- Continuar la aplicación de las herramientas para la evaluación de beneficio (la producción de cultivos y forzamiento radiativo), así como análisis económico.
- Priorización de las medidas seleccionadas para la mitigación de carbono negro y metano mediante la evaluación de los impactos, beneficios y costos de implementación.

5.2 Comprobar Solides de los Resultados

Para hacer los resultados más robustos, es necesario mejorar el análisis de las emisiones, incluyendo las tasas de actividad y factores de emisión para cada sector; esto, con el fin de reducir las incertidumbres e incluir los límites de confianza en los resultados; utilizando los métodos disponibles para la estimación de la incertidumbre (ver Apéndice C en estimar incertidumbre de emisiones de SLCP) y para apoyar a el proceso de la toma de decisiones. Para este proyecto, la mayoría de los factores de emisión que se utilizaron son específicos para México. En algunos casos, los grupos de trabajo buscaron factores de emisión en la literatura y usaron los valores más apropiados. En algunos casos, el análisis de factores de emisión de carbono negro se realizaron usando el total de emisiones de PM_{2.5} para obtener estimaciones de las emisiones de CN utilizando la metodología EPA [USEPA, 2012]. Sin embargo, es importante asegurarse de que los factores de emisión utilizados son para fuentes específicas. Para la tasa de actividad podría obtenerse más información a nivel local para mejorar la base de datos utilizada en la herramienta de cálculo.

Los datos de emisión actuales utilizados en la herramienta de cálculo serán revisados periódicamente y comparados con el Inventario de Emisiones Nacional de México y la Comunicación Nacional de Cambio Climático. Además, mediante la reciente campaña de medición llevada a cabo en México para caracterizar emisiones claves de carbono negro y metano, se podrá contribuir al conocimiento actual de las incertidumbres que rodean el uso de diversos factores de emisión de SLCPs en México. Esta campaña es parte de la evaluación integral de SLCPs patrocinado por el GEF y es liderada por el MCE2 utilizando un laboratorio móvil, en colaboración con INECC y otras instituciones académicas y de investigación en México y Estados Unidos.

5.3 Establecer las Prioridades de Acción

La selección de las medidas óptimas de mitigación para el carbono negro y metano requiere tomar en consideración el conjunto completo de impactos que generan, así como tratar de maximizar los beneficios y de minimizar las consecuencias no deseadas a la salud, clima y medio ambiente.

Este proyecto ha identificado varias medidas importantes para la reducción de emisiones del carbono negro y el metano en México y han evaluado sus impactos usando la herramienta de cálculo de beneficios. Sin embargo, con el fin de dar prioridad a las medidas de implementación más amplias, es necesario una evaluación cuidadosa de los criterios para cada una, tomando en consideración los potenciales de reducción de emisiones, co-beneficios y el costo de

implementación. La selección de las medidas prioritarias será uno de los focos para la segunda fase.

5.4 Concientización y Capacitación

Algunos de los obstáculos comunes en la gestión ambiental incluyen la insuficiente comprensión de la conexión entre las cuestiones científicas, económicas y sociales subyacentes para de forma integral enfrentar el problema con infraestructura, recursos y personal limitado. Hay una clara necesidad de aumentar el número de profesionales en México en todos niveles —en el gobierno, la industria, y las instituciones académicas— con una comprensión básica de los diferentes aspectos en los retos ambientales y oportunidades.

Para resolver los problemas ambientales actuales es fundamental reunir a los expertos nacionales e internacionales en el campo de la ciencia, la ingeniería, la economía y otras ciencias sociales y políticas y para que en colaboración se lleve a cabo proyectos de investigación. Estos proyectos deben de conducir a realizar evaluaciones integrales de los problemas mas complejos y desarrollar estrategias integrales de control para los sectores del petróleo y gas, estufas, ganado, metano de rellenos, tratamiento de aguas residuales, transporte, quema a cielo abierto de residuos municipales y agrícolas. Esto implica interacciones entre personas de todas las áreas de interés, incluyendo los responsables de proteger la salud de la población y el ambiente.

Como parte de la iniciativa CCAC, habrá oportunidades para los países socios de la iniciativa SNAP para participar en las actividades de extensión bajo los auspicios CCAC.

5.5 Cooperación Regional y Mundial

La cooperación regional y mundial es importante para identificar las fuentes de emisión que podrían abordarse en las estrategias de mitigación de SLCPs a nivel internacional, regional y local, además de compartir las mejores prácticas y facilitar la colaboración futura entre los socios interesados.

El Molina Center co-organizó la reunión regional en Bogotá con SEI, en colaboración con el PNUMA y CCAC y copatrocinado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia y el INECC. El encuentro tuvo como objeto crear conciencia sobre las cuestiones de SLCP entre los países y organizaciones participantes, explorar las maneras para catalizar las medidas políticas concretas y las estrategias que mitiguen SLCPs en la región. Los representantes de 20 gobiernos en América Latina y el Caribe (LAC, por sus siglas en inglés) apoyado por los expertos invitados de toda la región y en otras partes, se reunieron el 31 de octubre y el 1 de noviembre de 2012 para discutir la importancia de SLCPs en la región de América Latina y las estrategias para reducir las emisiones en toda la región.

Muchos actores en México participaron en la reunión, que también incluyó una sesión sobre la contaminación atmosférica regional convocada por PNUMA/ORPALC y el foro GAP. Varios

países que han participado en el taller se han unido a CCAC, proporcionando evidencia de la importancia de la interacción y cooperación regional.

Además de la reunión de LAC, otras dos reuniones regionales se llevaron a cabo, una en Accra (región de África) y el otro en Bangkok (región de Asia). Las reuniones regionales fueron co-financiadas por el Departamento de Estado Gobierno de los Estados Unidos con soporte del SEI para facilitar la acción de los países en desarrollo para mitigar SLCPs.

5.6 Seguimiento de Avances

Para evaluar la progresión de la estrategia es necesario un proceso de vigilancia y evaluación de avances para completar las actividades de planificación nacional y es necesario vigilar las acciones que se han llevado a cabo, incluyendo la implementación y la integración de procesos. Con el fin de seguir los avances en la mitigación de SLCP (metano y carbono negro), se puede conducir la evaluación periódica de las emisiones de SLCP en sectores claves, así como análisis de los impactos de salud y cultivos, basándonos en nuevos datos disponibles.

5.7 Próximos Pasos

El objetivo de la iniciativa SNAP es desarrollar procesos de planificación nacional contra los SLCP en países de la CCAC y para contribuir a la implementación rápida y de gran escala a la mitigación de SLCP. Esto, adaptado a las circunstancias y prioridades nacionales y la mezcla de fuentes de emisiones de SLCP. En la primera fase de la iniciativa, los marcos nacionales de planificación fueron preparados para cuatro países pilotos (México, Ghana, Bangladés y Colombia) y se desarrollaron metodologías y herramientas adecuadas.

En la fase II, se prestará apoyo para permitir que los planes iniciales pasen a la implementación, y para permitir que más países ingresen al programa; para consolidar las lecciones de la primera fase, revisar el proyecto de orientaciones y metodologías; actualizar las herramientas SLCP para estimar escenarios de emisiones y comenzar a incorporar conclusiones de iniciativas sectoriales CCAC. Al mismo tiempo, para facilitar la ampliación a nivel de acción nacional, se desarrollaran vínculos entre los procesos de planificación regional y mundial de SLCP y diversas instituciones,

Existen tres componentes de la fase II de la iniciativa SNAP:

Componente 1: Apoyar el desarrollo nacional del proceso de planificación para SLCP - facilitar la acción en los países incorporando en sus actividades y políticas los SLCPs y con la capacitación para coordinar temas relacionados con SLCPs a escala nacional y para identificar las prioridades nacionales;

Componente 2: Mejora de las herramientas y enfoques para apoyar los pasos claves del proceso de planificación nacional – el desarrollo de escenarios de emisiones,

la estimación de los beneficios de reducción de emisiones para ayudar a priorizar diversas medidas para la reducción de SLCP;

Componente 3: Fomentar los vínculos y la colaboración entre las iniciativas y los enfoques de planificación de SLCP nacionales con los procesos mundiales y regionales.

Las actividades propuestas en la fase II de SNAP ayudarán a consolidar y ampliar el proceso NAP en los países de la fase piloto. Estas actividades se conectan con otras iniciativas CCAC para identificar prioridades, y ampliar los procesos a otros países. Además, se va a desarrollar, promover y disseminar la herramienta de cálculo y la guía para los países en desarrollo y en vías de desarrollo dentro y fuera de la Coalición. Así mismo, se busca promover la planificación nacional para SLCP mediante el marco de políticas regionales y mundiales relevantes, planeando iniciativas y construyendo resultados a través de consultas intergubernamentales regionales.

Como se ilustra en los capítulos anteriores, el gobierno Mexicano, a través de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático está comprometido a reducir las emisiones de contaminantes de vida corta y ha demostrado este compromiso a través de varios esfuerzos a nivel nacional e internacional, incluyendo ser uno de los países pilotos para participar en la iniciativa de planificación nacional de inicio rápido para SLCP.

El equipo del proyecto SNAP en México ha avanzado al identificar las emisiones de las fuentes principales y las estrategias de mitigación importantes. Sin embargo, todavía hay información que hace falta y necesitan ser obtenidas y evaluadas.

Se necesita mejorar los datos de actividad para: rellenos sanitarios, tratamiento de aguas residuales, quema a cielo abierto de residuos, transporte fuera de carretera, equipos agrícolas, hornos de ladrillos y estufas y mejorar en los factores de emisión para petróleo y gas, hornos de coque, vertederos, aguas residuales, transporte, quema a cielo abierta de residuos, hornos de ladrillos. Estos datos se necesitan para caracterizar de forma adecuada los impactos de las fuentes principales de emisiones y para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación, con el objetivo de reducir el carbono negro, metano y otros contaminantes.

Una evaluación en el futuro próximo será la implementación de las medidas y la reducción de SLCPs. Es importante continuar promoviendo el diálogo sobre el tema entre los múltiples actores interesados y los sectores público y privado, entrelazado con las iniciativas CCAC y en cooperación con instituciones internacionales y compartir las mejores prácticas con otros países, especialmente de América Latina. La correcta realización de las medidas de mitigación requerirá del aumento en la concientización, la capacitación y el suministro de recursos financieros.

A pesar de las incertidumbres sobre contaminantes de corta vida, especialmente el carbono negro que requiere más investigación, la información científica y técnica disponible proporciona una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de las políticas de mitigación - a través de la adecuada participación pública-privada, incentivos financieros, fondos de

investigación dedicada a los SLCPs y marcos jurídicos – seleccionadas para lograr beneficios duraderos a la salud pública, el medio ambiente y la protección al clima.

La motivación de la iniciativa de SLCP CCAC de planificación nacional es construir un compromiso al más alto nivel en el gobierno para abordar los SLCPs en el contexto de los países que están llevando a cabo el proceso de SNAP. El mejor ejemplo es el caso en México, cuando el Presidente Peña Nieto puso en marcha Las Estrategias Nacionales sobre el Cambio Climático en 03 de junio de 2013, que incluye SLCP como uno de los componentes claves para la mitigación. Esto acelera enormemente el proceso de planificación nacional para CCVC en México y contribuye al crecimiento verde / la estrategia de desarrollo de bajo carbono prevista por el INECC y la SEMARNAT.

REFERENCIAS

- Akagi, S. K., Yokelson, R. J., Wiedinmyer, C., Alvarado, M. J., Reid, J. S., Karl, T., Crounse, J. D., and Wennberg, P.O. (2011). Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 4039-4072, doi:10.5194/acp-11-4039-2011.
- Andreae, M. O. and Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. Available in: <http://www.fire.uni-freiburg.de/vfe/Andreae-and-Merlet%202001.pdf>
- Anenberg, S. C., Horowitz, L. W., Tong, D. Q., and West, J. J. (2010). An estimate of the global burden of anthropogenic ozone and fine particulate matter on premature human mortality using atmospheric modeling, *Environ. Health Persp.*, 118, 1189–1195. doi:10.1289/ehp.0901220.
- Anenberg, S.C. Balakrishnan, K., Jetter, J., Masera, O., Mehta, S., Moss, J., and Ramanathan, V. (2013). Cleaner Cooking Solutions to Achieve Health, Climate, and Economic Cobenefits. *Environmental Science & Technology*, 47 (9), 3944-3952.
- Ardila, A. (2012). Transporte de Carga en México: Retos y Oportunidades. Available from web: <http://www.igs.org.mx/sites/default/files/Presentacion%20-%20Transporte%20de%20Carga%20-%20Arturo%20Ardila%20v3.pdf>
Accessed on April 19, 2013.
- Arvizu, J. (2013). Comunicación directa con el experto en el sector residuos del INEGI 2010. Ing. José Luis Arvizu Fernández, investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Mayo, 2013
- AtKearney, 2012. El mercado de automóviles en México. El tamaño potencial del mercado de vehículos ligeros nuevos en México.
- Bachmann, J. (2009). Black Carbon: A Science/Policy Primer, Pew Center on Global Climate Change.
- Bond, T. C., Bhardwaj, E., Dong, R., Jogani, R., Jung, S., Roden, C., Streets, D. G., and Trautmann, N. M. (2007). Historical Emissions of Black and Organic Carbon Aerosol from Energy-Related Combustion, 1850-2000 *Global Biogeochemical Cycles* 21, GB2018, doi:10.1029/2006GB002840/.
- Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Berntsen, T., DeAngelo, B. J., Flanner, M. G. , Ghan, S. , Karcher, B. , Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P. K., Sarofim, M. C., Schultz, M. G., Schulz, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, S., Bellouin, N., Guttikunda, S. K., Hopke, P. K., Jacobson, M. Z., Kaiser, J. W., Klimont, Z., Lohmann, U., Schwarz, J. P., Shindell, D., Storelvmo, T., Warren, S. G. and Zender, C. S. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process.

- Bond T.C., D. G. Streets, K. F. Yarber, S. M. Nelsoon, J.-H. Woo and Z. Klimont. (2004). A Technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion. *J. Geophys. Res.* 109, D14203.
- CARB. (2003). Detailed Documentation for Fugitive Dust and Ammonia Emission Inventory Changes for the SJVU APCD Particulate Matter SIP. California Air Resources Board: Planning & Technical Support Division.
- Cárdenas B., Aréchiga, U., Munguía J.L., Márquez C., Campos, A. (2012). Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal de ladrillo: cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire. Informe Final del Convenio de Colaboración INE/ADA-013/2009. Versión Actualizada Junio 2012. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y el Instituto Nacional de Ecología. México D.F. pp44.
- CELADE- División de Población de la CEPAL, estimaciones y proyecciones de población revisión 2008 y censos de población.
http://www.eclac.org/celade/noticias/paginas/0/37790/JChackiel_ppt.pdf
- Christian, T. J., Yokelson, R. J., Cardenas, B., Molina, L. T., Engling, G., and Hsu, S.-C. (2010). Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 565–584
- CNA. (2012). Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector aguas residuales en México
- CNA. (2011). Estadísticas del agua en México, edited by SEMARNAT.
- CNA. (2009). Inventario Nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación, edited by SEMARNAT.
- CONAFOR. (2013). Reporte de incendios forestales, estadísticas a nivel nacional y por entidad. Varios años. Disponibles en <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/transparencia-y-rendicion-de-cuentas/transparencia-focalizada/programa-incendios-forestales>
- CONAPO. (2013) Consejo Nacional de Población. Proyecciones de Población http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_de_la_Poblacion_2010-2050
- CONAPO. (2010a). Índice de Marginación 2010. Cuadro B.0. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio.
- CONAPO. (2010b). Viviendas Rurales, Porcentaje Población en localidades con menos de 5000 habitantes según índice de Marginación.
- Christian, T.J., Yokelson, R.J., Cardenas, B., Molina, L.T., Engling, G and Hsu, S.C. (2010). Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 565-584.
- Danielle Hall, Chang-Yu Wu, Yu-Mei Hsu, James Stormer, Guenter Engling, Krisha Capeto, Jun Wang, Scott Brown, Hsing-Wang Li, Kuei-Min Yu, (2012). PAHs, carbonyls, VOCs and PM_{2.5}

emission factors for pre-harvest burning of Florida sugarcane, Atmospheric Environment, Volume 55, August 2012

EMEP/EEA (2009). Air pollutant emissions inventory guidebook - 2009
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>

EMEP/CORINAIR (2007) Emission Inventory Guidebook – 2007
<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5/>

Evans, J., J. Levy, J. Hammitt, C. Santos-Burgoa, M. Castillejos, M. Caballero-Ramirez, M. Hernandez-Avila, H. Riojas-Rodriguez, L. Rojas-Bracho, P. Serrano-Trespalacios, J. D. Spengler, and H. Suh: Health benefits of air pollution control, in “Air Quality in the Mexico Megacity: An Integrated Assessment” [L. T. Molina and M. J. Molina (eds.)], Kluwer Academic Publishers, 103-136, 2002.

França, D.A.; Longo, K.M.; Neto, T.G.S.; Santos, J.C.; Freitas, S.R.; Rudorff, B.F.T.; Cortez, E.V.; Anselmo, E.; Carvalho, J.A., Jr. (2012). Pre-Harvest Sugarcane Burning: Determination of Emission Factors through Laboratory Measurements. *Atmosphere* 2012, 3, 164-180

GIRA. (2012). Consumo de Leña y porcentaje de saturación, prepared for: Escenarios de mitigación de gases de efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos, Prepared for INECC and SEMARNAT, Reference RFQ-11-2012.

Gratt, L.B. (1989). “Uncertainty in Air Toxics Risk Assessment” Paper #89-58A.5 presented at the 82nd Annual Meeting and Exhibition of the Air and Waste Management Association, Anaheim, CA, June 25-30, 1989.

Gratt, L.B. (1996). “Air Toxic Risk Assessment and Management: Public Health Risks from Normal Operations” Willey, pp 416.

IMP (2011). Modelo de Transporte.

IMTA. (2012). Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector de aguas residuales en México. Prepared for INE.

INE-SEMARNAT (2012). Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el Sector de Desechos. IIE para INE-SEMARNAT Convenio FPP-2011-26

INE. (2011). Temas emergentes en el cambio climático: el metano y el carbono negro, posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación, Prepared by L.T. Molina and L.G. Ruiz Suarez.

INECC. (2013). Estimaciones del grupo de trabajo de transporte para el Proyecto SNAP.

INECC. (2013). Nota técnica para el cálculo de kilómetros anuales recorridos para vehículos ligeros y pesados. Dirección General de Investigación sobre Política y Economía Ambiental-DGIPEA, México.

- INECC. (2012). Actualización del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector agricultura: México, Periodo: 1990 -2010, preparado para el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2012
- INECC; BID. (2012). Acciones apropiadas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y uso eficiente del agua en la agroindustria azucarera de México, Preparado por Enrique Riegelhaupt.
- INECC-SEMARNAT. (2012). Quinta comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. (Fifth National Communication to the UNFCCC) ISBN 978-607-824-650-2. pp 442.
- INEGEI (2013) Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) 2010.
- INEGI. (2012). Censo Nacional de Residuos Sólidos Urbanos Municipales, 2010. Elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la Secretaria de Medio Ambiente y Recurso Naturales, SEMARNAT.
- INEGI. (2010). Total de viviendas particulares habitadas. Available from web: <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI (2007). La industria siderúrgica en México 2006, table 2.2.2
- INEGI (2002). La industria siderúrgica en México 2001, table 2.2.2
- INEGI (1997). La industria siderúrgica en México 1996, table 2.8 and table 2.2.2
- IPCC (2010). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5, Waste
- IPCC. (2009). IPCC Expert Meeting on the Science of Alternative Metrics Meeting Report, 82 pp., Grand Hotel, Oslo, Norway.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 996 pp., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA.
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Chapter 2: Stationary Combustion. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf.
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”; Reporting Instructions (Volume 1), Workbook (Volume 2), Reference Manual (Volume 3)
- IPCC. (2006). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5 Waste
- IPCC. (2006). Tier 1 valores por defecto de la producción de coque.

- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4: Fugitive Emissions. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf
- IPCC. (1996) Manual de referencia, vol. III, Ec. 1, Ec. 4, Ec. 3., pp. 1.105, 1.108 y 1.110.
- Johnson, T., Alatorre C., Romo, Z. y F. Liu (2009). México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono. Banco Mundial y Mayol Ediciones S.A.
- Johnson M., Edwards R., Alatorre-Frenk C., Masera O. (2008). In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households, *Atmos. Environ.*, 42, 1206-1222.
- Kato, Bárcenas, Acero and Ruíz Mariscal (2013a). CCAC-México initiative to mitigate black carbon and other pollutants from brick production: Regional Assessment, Proposal for National strategy to modernize the brick sector in Mexico.
- Kato, Bárcenas, Acero and Ruíz Mariscal, (2013b). CCAC-México initiative to mitigate black carbon and other pollutants from brick production; Opportunities for reducing emissions of short-lived climate pollutants (SLCPs) from brick making in Latin America.
- Kato, Bárcenas, Acero and Ruíz Mariscal, (2013c). CCAC-México initiative to mitigate black carbon and other pollutants from brick production; Public Policy Review of the Brick Sector in Latin America to Find Opportunities for Reducing Emissions of Short-Lived Climate Pollutants.
- Lemieux, P. M., Christopher, C. L., and Santoianni, D.A. (2004). Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. *Progress in Energy and Combustion Science* 30 (2004) 1–32.
- McEwen, J.D.N. and Johnson, M.R. (2012). Black Carbon particulate matter emission factors for buoyancy driven associated gas flares. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 62 pp. 307- 321.
- Maiz, P., Umlauf G., Mariani G, Skejo H, Cardenas, B. (2010). PCDD/F, PCB, HCB, From artisanal Brick Production in developing countries, a case study in México, Dioxin 20XX, 2010, International Dioxin Symposium website on Halogenated Persistent Organic Pollutants.
- Masera, O., Arias, T., Ghilardi A., Guerrero, G. & Patiño P. (2010). Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024, Morelia, México.
- McEwen, J.D.N. and Johnson, M.R. (2012). Black carbon particulate matter emission factors for buoyancy-7 driven associated gas flares. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 62, pp. 307-321.
- Molina, L. T., Kolb, C. E., de Foy, B., Lamb, B. K., Brune, W. H., Jimenez, J. L., Ramos-Villegas, R., Sarmiento, J., Paramo-Figueroa, V. H., Cardenas, B., Gutierrez-Avedoy, V., Molina, M. J. (2007). Air Quality in North America's most Populous City – Overview of MCMA-2003 Campaign, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 2447-2473.

Molina, L. T., Madronich, S., Gaffney, J. S., Apel, E., de Foy, B., Fast, J., Ferrare, R., Herndon, S., Jimenez, J. L., Lamb, B., Osornio-Vargas, A. R., Russell, P., Schauer, J. J., Stevens, P. S., Volkamer, R., and Zavala, M. (2010). An overview of the MILAGRO 2006 Campaign: Mexico City emissions and their transport and transformation, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 8697-8760.

Munguía G. J. L., Aréchiga V. J. U., Cárdenas G. B., (2013). Estudios en campo para la actualización de la línea base enfocada en la eficiencia energética de las ladrilleras del “Refugio León Guanajuato”, proyecto EELA, México D.F. pp. 1-87.

Official Mexican Standards (NOM)

NOM-041-SEMARNAT-2003	NOM-042-SEMARNAT-2003	NOM-043-SEMARNAT-1993
NOM-044-SEMARNAT-2006	NOM-045-SEMARNAT-2006	NOM-050-SEMARNAT-1993
NOM-085-SEMARNAT-2011	NOM-098-SEMARNAT-2002	NOM-121-SEMARNAT-1997
NOM-137-SEMARNAT-2003		
NOM-020-SSA1-1993	NOM-021-SSA1-1993	NOM-022-SSA1-1993
NOM-023-SSA1-1993	NOM-025-SSA1-1993	NOM-026-SSA1-1993
NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000	NOM-015-SEMARNAT-SAGARPA-2007	
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005	NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2013	

(Available from <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>)

PEMEX (2013). Gerencia de Desarrollo Sustentable, Subdirección de Planeación Estratégica y Operativa, Dirección Corporativa de Operaciones, Petróleos Mexicanos. Línea Base de PEMEX.

PEMEX. (2012). Anuario Estadístico 2012. Available from web: <http://www.ri.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=134&catID=12202>.

PEMEX. (2011). Reporte 2010 de gases de efecto invernadero, Petróleos Mexicanos, Available from web: http://www.geimexico.org/downs/reportes2011/PEMEX-2010_OK.pdf.

PEMEX. (2011). Memoria de labores 2010, Petróleos Mexicanos, Mexico pp 318.

Ramanathan, V. and G. Carmichael. (2008). Global and regional climate changes due to black carbon, *Nature Geoscience*, 1, 221-227. doi:10.1038/ngeo156.

Reddy, M.S. y Venkattaran C. (2002). Inventory of aerosols and sulphur dioxide emissions from India. Part II - biomass combustion. *Atmospheric Environment*, 36 699-712

SAGARPA. (2009). Superficie Cosechada y Sembrada 1998 - 2008: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, www.siap.gob.mx, accessed on April 19th 2013.

Sameer, M., Uma, R., Brick Kilns Performance Assessment, Road Map for Cleaner Brick Production in India, 2012, http://www.unep.org/ccac/Portals/24183/docs/Brick_Kilns_Performance_Assessment.pdf

SCT (2011). Estadísticas básicas del Autotransporte Federal, 2011, Available from web: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/EST_BASICA/EST_BASICA_2011/Estadistica_Basica_del_Autotransporte_Federal_2011.pdf, Accessed on July, 24, 2012.

- SEMARNAT. (2013). Inventario Nacional de Emisiones de México 2008. En proceso de publicación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-DGCCARETC. México.
- SEMARNAT. (2012). Diagnóstico Básico para el Manejo Integral de los Residuos, 2012.
- SEMARNAT. (2009). Special Program for Climate Change 2009-2012.
- SEMARNAT. (2006). NOM-044-SEMARNAT-2006
- SEMARNAT. (2005). NOM-042-SEMARNAT-2003.
- SENER. (2012). Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026, Available from web: http://www.sener.gob.mx/res/1825/SECTOR_ELECTRICO.pdf.
- SENER. (2012). Prospectiva del Mercado de gas Natural 2012-2026, Available from web: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PGN_2012_2026.pdf
- SENER. (2011). Balance Nacional de Energía 2010, México, Available from web: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energía%202010_2.pdf.
- Shindell, D.T., G. Faluvegi, D. M. Koch, G.A. Schmidt, N. Unger, S. E. Bauer. (2009). Improved Attribution of Climate Forcing to Emissions, Science 326, 716-718.
- SIAP. (2012). Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola: Cuadros tabulares 2011, <http://www.siap.gob.mx/opt/agricultura/tecnificacion/Estadistica.pdf>, Accessed on April 19th 2013.
- SIE. (2013). Sistema de Información Energética, <http://sie.energía.gob.mx>, last accessed: April 19th 2013.
- SMA-Edo MEX, SMA-DF, SEMARNAT and SSA. (2012). Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020 (PROAIRE 2011-2020) pp. 388. Available from web: http://www.sma.df.gob.mx/proaire2011_2020/descargas/proaire2011_2020.pdf Accessed on May 05, 2013
- SMA-Edo Mex. (2010). Fuentes de Emisión de Carbono Negro en el Estado de México. Technical report DDA/02/2010. Available from web: http://gacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_fuon_carbono_ne.pdf. Accessed on 9, May 2013.
- SMA DF. (2010). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y carbón negro de la ZMVM 2008, Available from web http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/2008ie_gei/2008ie_gei.pdf, Accessed on 9, May 2013.
- Christian, T. J., R. J. Yokelson, B. Cárdenas, L. T. Molina, G. Engling, and S.-C. Hsu. (2010). Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico, Atmos. Chem. Phys., 10, 565–584, 2010.

- Torres Rojo, J. M. (2004). Estudio de Tendencias y perspectivas del sector forestal en American Latina al año 2020 Informe Nacional. FAO. Available from web: <http://www.fao.org/docrep/006/j2215s/j2215s00.htm>, Last accessed, April 29th 2013
- UNEP. (2011a). Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits: Actions for Controlling Short-Lived Climate Forcers, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, 78 pp.
- UNEP and WMO. (2011). Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, 303 pp.
- UNEP. (2011b). HFCs: A Critical Link in Protecting Climate and the Ozone Layer, 40 pp.
- US EPA. (2012). Report to Congress on Black Carbon. EPA-450/R-12-001, March 2012. <http://www.epa.gov/blackcarbon/>
- US EPA. (2011). Draft: Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990-2030. Available from web: http://www.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/EPA_NonCO2_Projections_2011_draft.pdf, EPA 430-D-11-003, August.
- USEPA. (2003). MOBILE6.2, Mobile Source Emission Factor Model. United States Environmental Protection Agency. Office of Transportation and Air Quality, Assessment and Standards Division. EPA420-R-03-010. August 2003.
- US EPA. (1996). Compilation of Air Pollution Emission Factors, Vol. 1, Stationary Point and Area Sources, AP42, Fifth Edition.
- US EPA. (1995). AP42, Compilation of air pollutant emissions factors, Volume 1: Stationary point and area sources, Section 13.5 Industrial Flares.
- US EPA. (1995). AP 42. Compilation of air pollutant emissions factors, Volume 1: Stationary point and area sources, Section 2.5 Open Burning.
- USGS. (2010), Minerals Yearbook of Mexico. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2010/myb3-2010-mx.pdf>
- Yokelson R. J., I. R. Burling, S. P. Urbanski, E. L. Atlas, K. Adachi, P. R. Buseck, C. Wiedinmyer, S. K. Akagi, D. W. Toohey, and C. E. Wold. (2011). Trace gas and particle emissions from open biomass burning in Mexico. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 6787–6808.
- Zhang, J.; Smith, K.R.; Ma, Y.; Ye, S.; Jiang, F.; Qi, W.; Liu, P.; Khalil, M.A.K.; Rasmussen, R.A.; Thorneloe, S.A. (2000). Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission factors. *Atmos. Environ.*, 34 4537-4549.

SÍMBOLOS QUÍMICOS, ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

3R	Reduce, Reúsa y Recicla
AWMS	Animal Waste Management System (Sistema de Manejo de Estiércol)
BRT	Bus Rapid Transit (ej., Metrobús)
CANACAR	Cámara Nacional de Autotransporte de Carga (National Chamber of Heavy-Duty Vehicles)
CCAC	Climate and Clean Air Coalition (Coalición para el Clima y el Aire Limpio)
CCVC	Contaminantes Climáticos de Vida Corta
CN	Carbono Negro
CEMEX	Cementos Mexicanos
CFCs	Clorofluorocarbonos
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CH ₄	Metano
CIATEC	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CIESIN	Center for International Earth Science Information Network (Centro para la Red Internacional de Información sobre Ciencias de la Tierra)
CNA	Comisión Nacional del Agua
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂ eq.	Dióxido de Carbono Equivalente
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGCAyRETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
EBT	Escenario Base Tendencial
EPA	United States Environmental Protection Agency (También referido como as USEPA, es la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América)
EE. UU.	Estados Unidos
FR	Forzamiento Radiativo
GAP Forum	Global Atmospheric Pollution Forum (Foro Global de Contaminación del Aire)
GEOS	Goddard Earth Observing System (Sistema Goddard de Observaciones Terrestres)
Gg	Giga gramos (mil millones de gramos; equivalente a 1 kilo tonelada)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HCFCs	Hydrochlorofluorocarbonos
HFCs	Hidrofluorocarbonos
IAP	Indoor air pollution (Contaminación del Aire en Interiores)
INE	Inventario Nacional de Emisiones
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change (Panel Intergubernamental del Cambio Climático)
LEAP	Long-range Energy Alternatives Planning System (Sistema de Planeación Energética a Largo Plazo)
LEDS	Low Emissions Development Strategy (Estrategia de Desarrollo Bajo en Emisiones)
LLGHGs	Long-lived Greenhouse Gases (Gases de Efecto Invernadero de Larga Vida)
LP	Licuado de Petróleo
LPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
MCE2	Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment (or Molina Center for Energy and the Environment; Centro Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
Mg	Mega gramos (1,000,000 gramos)
NAP	National Planning (Planeación Nacional)
NEI	National Emission Inventory (Inventario Nacional de Emisiones)
NH ₃	Amonio
NM-COVs	Compuestos Orgánicos Volátiles Sin Metano
NO ₂	Dióxido de Nitrógeno
NOM	Norma Oficial Mexicana
NOx	Óxidos de Nitrógeno
O ₃	Ozono
OC	Carbono Orgánico
ODSs	Ozone-Depleting Substances (Sustancias que destruyen la capa de ozono)
PCM	Potencial de Calentamiento Mundial
PEACC	Plan Estatal de Acción Climática
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PESA	Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria
Pg	Peta gramos (10 ¹⁵ g)
PM	Particulate Matter (Partículas Suspensas)
PM _{2.5}	Particles less than 2.5 micrometers in diameter (Partículas Suspensas de menos de 2.5 micrómetros)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (También referido como UNEP por sus siglas en inglés)
ppb	Partes per billón
ppm	Partes per millón
PROAIRE	Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México
ROLAC	Regional Office for Latin America and the Caribbean (Oficina Regional para Latinoamérica y el Caribe)
RR	Riesgo Relativo
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SALUD	Secretaría de Salud

SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEDUMA	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente en Yucatán
SEI	Stockholm Environment Institute (Instituto Ambiental de Estocolmo)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SENER	Secretaría de Energía
SLCP	Short-lived Climate Pollutants (ver CCVC)
SNAP	Supporting National Planning (Apoyo a la Iniciativa de Planificación Nacional)
SIMEPRODE	Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos
SO ₂	Dióxido de Azufre
SO _x	Óxidos de Azufre
SPABC	Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California
Tg	Teta gramos 10 ¹² g (1 Millón de Toneladas)
Tonnes	Toneladas Métricas (1 Tonelada = 1 Mg)
UBA	Combustible Ultra Bajo Azufre
ULS	Ultra Low Sulfur (ver UBA)
UNAM-CCA	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmosfera.
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)
USA	United States of America (ver EE. UU.)
USAID	US Agency for International Development (Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos)
USCUSS	Uso del suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura
W/m ²	Watt por metro cuadrado
WMO	World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial)

APÉNDICE A REUNIONES DE PROYECTO Y REUNION CON ACTORES INTERESADOS SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN PARA CONTAMINANTES CLIMÁTICOS DE VIDA CORTA

Contenido

A1 Reuniones del Proyecto

A2 Reunión con Actores Interesados Sobre las Estrategias de Mitigación para Contaminantes Climáticos de Vida Corta

A2.1 Agenda

A2.2 Lista de Participantes

A2.3 Sesión de trabajo A: Transporte

A2.4 Sesión de trabajo B: Estufas

A1 Reuniones del Proyecto

Se realizaron un conjunto de reuniones que fueron organizadas con el grupo inicial del proyecto, donde participó personal del MCE2 y consultores. Este grupo es responsable de desarrollar, implementar las actividades y presentar el proyecto al personal del INECC para su discusión. Las reuniones se concentraron en la distribución de tareas entre los investigadores con el objetivo de dirigir el Plan Nacional.

Se llevaron a cabo una serie de reuniones del equipo responsable del proyecto, las cuales incluyeron personal del INECC, MCE2, consultores, y colaboradores de SEMARNAT. Las reuniones se llevaron a cabo para adquirir, discutir y compilar la información local y la base de datos de entrada que son requeridos para la herramienta de cálculo y para identificar las medidas de mitigación para México. Los equipos se dividieron en varios grupos de trabajo para facilitar las discusiones y recopilar la información. Se identificaron y analizaron nueve sectores clave de carbono negro y metano: agricultura (ganado, quema de caña, y labranza), transporte (diésel y vehículos de gasolina), desechos (combustión a cielo abierto de residuos sólidos, rellenos sanitarios, aguas residuales), extracción y distribución de combustibles fósiles (minería del carbón, petróleo y gas, coque), residencial (estufas de leña), procesos industriales (arrabio, hornos de ladrillos), generación de energía eléctrica, incendios forestales, industria y servicios. La información y los datos obtenidos de estas actividades se usaron como entrada para la Herramienta de Evaluación Rápida de Emisiones desarrollada por SEI con el fin de evaluar las emisiones y sus tendencias a futuro, y obtener resultados de apoyo para el análisis. Una lista de las reuniones del proyecto se presenta en la Tabla A1.

Tabla A1. Reuniones del Proyecto

Fecha	Tema	Participantes
10-Enero-2013	Reunión del proyecto (Introducción)	MCE2 (personal y consultores)
21-Enero-2013	Revisión de la guía y comentarios	MCE2
21-Enero-2013	Sesión informativa sobre los proyectos GEF-SLCP y CCAC-SNAP	MCE2, SEMARNAT (DGCAyRETC)
21-Enero-2013	Sesión informativa a la DG-INECC	MCE2, INECC
28-Enero-2013	Introducción del INECC al proyecto y requerimientos de las herramientas de calculo	INECC, MCE2
05-Febrero-2013	Reunión del proyecto	MCE2
14-Febrero-2013	Sesión informativa y solicitud de base de datos de emisiones	SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2
15-Febrero-2013	Informe de avances y solicitud de datos de LEAP	INECC, MCE2
18-Febrero-2013	Solicitud de datos a SEMARNAT	INECC, SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2
20-Febrero-2013	Grupo de trabajo en Agricultura	INECC, MCE2
20-Febrero-2013	Grupo de trabajo en petróleo y gas	INECC, SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2
21-Febrero-2013	Identificación de: Actores interesados y políticas sobre	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en Macroeconomía	INECC, SEMARNAT, MCE2
	Grupo de trabajo en Transporte	
	Grupo de trabajo en residuos sólidos municipales	
	Grupo de trabajo en aguas residuales municipales	
22-Febrero-2013	Grupo de trabajo en producción artesanal de ladrillos	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en uso residencial de leña	
	Grupo de trabajo en otras industrias	
04-Marzo-2013	Grupo de trabajo en Transporte	INECC, SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2
	Reunión de Grupo de trabajo	MCE2
15-Marzo-2013	Transporte, agricultura, aguas residuales y uso residencial de leña	INECC, SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2
19-Marzo-2013	Reunión de proyecto: Preparativos para el taller sobre la herramienta de cálculo de beneficios	INECC, MCE2
21-22 Marzo-2013	Taller sobre la herramienta de cálculo de beneficios	INECC, MCE2, SEI, Colombia
26-Marzo-2013	Reunión de proyecto (uso de la herramienta de cálculo)	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en residuos sólidos municipales: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
27-Marzo-2013	Grupo de trabajo en transporte: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en impactos en salud: Datos para México	INECC, MCE2
1-Abril-2013	Reunión con SEMARNAT sobre el INEM-2008	INECC, SEMARNAT (DGCAyRETC), MCE2

Fecha	Tema	Participantes
2-Abril-2013	Teleconferencia sobre el programa LEAP: <i>go to meeting</i> para reportar fallos en el programa. Sesión de preguntas y respuestas	SEI, INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en cocinas: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
3-Abril-2013	Grupo de trabajo en ladrilleras: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en incendios forestales: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en transporte: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
4 Abril-2013	Grupo de trabajo en aguas residuales: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en quemas de residuos sólidos a cielo abierto: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en ganadería: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en cocinas: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
	Grupo de trabajo en industria: Datos de actividad y factor de emisión	INECC, MCE2
11-Abril-2013	Reunión de Proyecto: Informe de avances	INECC, MCE2
17-Abril-2013	Reunión de Proyecto: Presentación de Resultados	INECC, MCE2
26-Abril-2013	Reunión de Actores Interesados	Ver lista por separado (A2.3)
7-Junio-2013	Cambios en la base de datos del archivo del programa LEAP. Cambios en los supuestos y en las emisiones finales para cada sector. Problemas con el sector de petróleo y gas. Cambios en el modelo de beneficios en salud	INECC, MCE2
20-Junio-2013	Informe de avances en las proyecciones para cada sector	INECC, MCE2
26-Junio-2013	Revisión en los métodos de cálculo para los sectores: Ladrilleras, cocinas, petróleo y gas, coque, minería de carbón.	INECC, MCE2
27-Junio-2013	Revisión en los métodos de cálculo para los sectores de Energía, transporte, rellenos sanitarios, quema a cielo abierto de residuos sólidos municipales, aguas residuales municipales y metalurgia	INECC, MCE2
1 Julio-2013	Revisión en los métodos de cálculo para los sectores de agricultura, aguas residuales municipales y metalurgia	INECC, MCE2
3-Julio-2013	Revisión en los métodos de cálculo para los sectores de Industria y servicios	INECC, MCE2
26-Julio-2013	Revisión en los métodos de cálculo para los sectores de industria y servicios	INECC, MCE2
19-Septiembre-2013	Revisión de los factores de emisión del uso de diésel en el sector de servicios.	INECC, MCE2

A2 Reunión con Actores Interesados Sobre las Estrategias de Mitigación para Contaminantes Climáticos de Vida Corta.

A2.1. Agenda



Reunión sobre Estrategias de mitigación Contaminantes Climáticos de Vida Corta

Viernes 26 de Abril 2013
Hotel Royal Pedregal

Objetivo: Identificar las estrategias de mitigación para contaminantes climáticos de vida corta a partir de una revisión de los últimos hallazgos científicos así como de los avances de proyectos que sobre el tema se están llevando a cabo en México.

Organizan: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Coalición Clima y Aire Limpio, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Molina Center for Energy and Environment.

- | | |
|--------------|--|
| 9:20- 10:00 | Bienvenida e Inauguración
Luisa Molina, MCE2
Seraphine Haeussling, UNEP
Rodolfo Lacy, SEMARNAT
Francisco Barnés, INECC |
| 10:00- 10:30 | Oportunidades para la integración de medidas de mitigación de contaminantes climáticos de vida corta en las políticas nacionales.

Rodolfo Lacy,
Subsecretario de Planeación y Política Ambiental SEMARNAT. |
| 11:00-11:30 | La Estrategia Desarrollo Bajo en Carbono (LEDs): Desarrollo y proceso de integración de contaminantes climáticos de vida corta
Francisco Barnés, Director General del INECC |
| 11:30- 12:00 | Contaminantes climáticos de vida corta y efectos locales.
Leonora Rojas, INECC |
| 12:00-12:30 | Receso |

Acciones sobre contaminantes climáticos de vida corta

12:30-13:00 Aspectos generales y estatus del proyecto “Respuestas integradas a los contaminantes climáticos de vida corta.

Luisa Molina, Directora General, MCE2

13:00-13:30 La Coalición Clima y Aire Limpio y la iniciativa para apoyar el proceso de planificación sobre contaminantes climáticos de vida corta.

Beatriz Cárdenas, INECC

13:30-14:00 Preguntas, respuestas y conclusiones de la sesión de la mañana

14:00-15:30 Comida

15:30-18:00 Talleres para identificación de estrategias de mitigación de contaminantes climáticos de vida corta en el sector transporte y por uso de leña para cocción de alimentos (sesiones paralelas)

Sesión A: Identificación de estrategias de mitigación de CCVC en el sector transporte

Moderador: Iván Islas

Relatores: Andrés Aguilar, Rocío Fernández, Thalia Hernández, Tania López

15:30-16:00 Línea base de emisiones de contaminantes climáticos de vida corta

16:00-16:30 Identificación y mapeo de políticas públicas del sector

16:30-17:00 Identificación de estrategias de mitigación

17:00-18:00 Evaluación de estrategias de mitigación

Sesión B: Identificación de Estrategias para uso de leña para cocción de alimentos

Moderador: Beatriz Cárdenas

Relatores: Rodolfo Iniestra, Carolina Inclán, Ingrid, Abraham Ortinez

15:30-16:00 Línea base de emisiones de contaminantes climáticos de vida corta

16:00-16:30 Identificación y mapeo de políticas públicas

16:30-17:00 Identificación de estrategias de mitigación

17:00-18:00 Evaluación de estrategias de mitigación

A2.3 Lista de Participantes

No	NOMBRE	INSTITUCIÓN
1	Jorge Koelliker	Centro Nacional de Meteorología (CENAM)
2	Jessica Garzón	Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz (CIMA; ITESM)
3	María Elena Huertas	
4	Hilda Martínez	
5	Alberto Cruzado	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente
6	Lourdes Becerra	
7	Sergio Sánchez	Clean Air Institute
8	Adrián Paramo	Climate Work
9	Daniel Chacón	
10	Jorge Villareal	
11	Alberto Romero	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)
12	Guadalupe de la Luz	
13	Jessica Alonso	
14	José Ignacio Huertas	Director Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz (CIMA)
15	Georg Schmid	GIZ
16	Gloria Angélica	
17	Víctor Berrueta	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable A.C. (GIRA)
18	Joaquín Quiroz	Helps International en Oaxaca
19	Rodolfo Díaz Jiménez	
20	Francisco Guzmán López	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
21	Carlos Buirá	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
22	Abraham Ortinez	
23	Andrés Flores	
24	Angélica Legarreta	
25	Beatriz Cárdenas	
26	Carolina Inclán	
27	Francisco Barnés	
28	Gerardo Arroyo	
29	Guillermo Encarnación	
30	Ingrid Pérez	
31	Israel Laguna	
32	Iván Islas	
33	Andrés Aguilar	
34	Julia Martínez	
35	Karina Leal	
36	Leonora Rojas	
37	Tania López	
38	Miguel Magaña	
39	Natalia Reyna	
40	Noemí Torres	

No	NOMBRE	INSTITUCIÓN
41	Rocío Fernández	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
42	Rodolfo Iniestra	
43	Santa Paola	
44	Thalia Hernández	
45	Aquileo Guzmán	
46	Francisco Aviña	
47	Valter Barrera	
48	María Cortés García	Integrante del Colectivo Ecologista de Jalisco (CEJ)
49	Ina Salas	Molina Center for Energy and the Environment (MCE2)
50	Luisa Molina	
51	Miguel Zavala	
52	Rodrigo González	
53	Seraphine Haeussling	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
54	Dolores Barrientos	PNUMA – México
55	Oscar Gutiérrez	Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT)
56	Manuel Mayorga	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
57	Jorge Sarmiento	Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA-GDF)
58	Saúl Rodríguez	
59	Lorena González	Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)
60	Ana María Contreras	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
61	Carlos Ayala	
62	David Parra	
63	Eduardo Olivares	
64	Elizabeth Mosqueda	
65	Iliana Cárdenas	
66	Itzchel Nieto	
67	Lucía Cortina	
68	María Eugenia	
69	Marisela Ricardez	
70	Miguel Ángel Ayala	
71	Mildred Castro	
72	Mildred Trejo	
73	Oscar León Morales	
74	Rodolfo Lacy	
75	Juan Manuel Caballero	Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
76	Mercedes Andrade	
77	Mildred Trejo	SSPS
78	Agustín García	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA)
79	Amparo Martínez	
80	Carlos García	
81	Gerardo Ruiz	
82	Michel Grutter	

A2.3 Sesión del Grupo de Trabajo A

Estrategias de Mitigación para el Sector de Transporte

Moderadores: Iván Islas, Rocío Fernández

Reporteros: Miguel Zavala, Agustín García, Thalia Hernández

Asistentes: Itzchel Nieto, Elizabeth Mosqueda, María Barrios, Eduardo Olivares (SEMARNAT); María Huertas, Jessica Garzón, José Huertas (Centro de Investigación de Mecánica Automotriz); Miguel Magaña, Natalia Reyna, Santa Centeno, Andrés Aguilar, Thalia Hernández, Iván Islas, Rocío Fernández, Leonora Rojas, Guillermo Encarnación, Valter Barrera (INECC); Georg Schmid, Gloria Pérez, Karen Martínez (GIZ); Agustín García (UNAM); Gerardo Ruiz (UNAM); Angélica Velásquez, (CINPRO); Hilda Martínez, (CTS EMBARQ México); Jorge Sarmiento, Mercedes Andrade, Saúl Rodríguez (SMA-DF); Lourdes Becerra (Centro Mario Molina); Miguel Zavala, Luisa Molina (MCE2).

I. Introducción, Comentarios y Sugerencias

Resumen:

El objetivo de este grupo de trabajo fue el de reunir expertos de los diversos campos de trabajo dentro del sector de transporte, para discutir la forma de mejorar el diseño e implementación de estrategias de mitigación de CCVCs emitidos por fuentes móviles a través del uso de la herramienta de cálculo LEAP. La relevancia de la reunión es debida a que el sector de transporte es un componente clave del proyecto CCVCs en México por su potencial de mitigación, y por los grandes beneficios asociados a la implementación de la estrategia de mitigación de CCVCs.

El seminario empezó con una introducción de Iván Islas y Rocío Fernández describiendo las metas y un resumen de la sesión.

Durante la primera fase, Iván y Rocío describieron la metodología seguida para estimar las emisiones del sector de transporte en México para el caso base y el escenario de emisiones proyectadas, además de un resumen de resultados preliminares. Algunos puntos claves de esta sesión se describen a continuación.

- La metodología usada para estimar las emisiones incluyó la recopilación y el uso de tres conjuntos de datos: tamaño de la flota por tipo de vehículo, factores de emisión de $PM_{2.5}$, y la actividad vehicular.

Por lo tanto, para cada tipo de vehículo se calcularon las emisiones:

$$\text{Emisiones} = (\text{PM}_{2.5} \text{ factor de emisión}) \times (\text{tamaño de flota}) \times (\text{tasa de supervivencia}) \times (\text{km-por-año})$$

Las emisiones de carbono negro se estiman asumiendo una proporción de emisiones de CN/ $PM_{2.5}$ para cada tipo de vehículo.

- Las estimaciones de las emisiones de CN se realizaron con los factores de emisión relacionados a $PM_{2.5}$ y con los datos de actividad de vehículos del Inventario Nacional de Emisiones 2008 (2008 INEM); Las tasas de supervivencia se obtuvieron del Modelo de

Transporte del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y el dato de km por año se obtuvo de un estudio interno del INECC. Para vehículos pesados, las proyecciones se basan en la tasa de crecimiento del PIB nacional con una elasticidad de 1.3695. Para los vehículos ligeros la elasticidad fue 0.859 basado en un estudio de AT Kearney [2011].

- Las estimaciones actuales no incluyen las emisiones de vehículos importados.
- En las estimaciones actuales, se consideraron dos escenarios de mitigación:
 - En el Escenario 1, desde 2016, hay uso total de combustibles de ultra bajo azufre (ULS) en el país y un uso extendido de las mejores tecnologías de vehículos diésel disponibles (Grado II TIER 3 para vehículos ligeros y EPA-2010 para vehículos de diésel pesados). Reducción de emisiones de carbono negro de aproximadamente 40% con respecto al del caso base fueron estimados en este escenario.
 - En Escenario 2, la edad promedio de los vehículos se reduce de 15 a 11 años aumentando la tasa de retiro de los vehículos pesados a diésel de mayor edad (que contaminan más). En este escenario, vehículos a diésel mayores de 35 años son eliminados de la flota y se obtiene cerca del 9% de reducción de carbono negro.
 - La reducción total de las emisiones al aplicar ambas medidas es del 49%.

II. Desarrollo de Emisiones: Línea Base

La segunda parte de la sesión se centró en la discusión de las posibles mejoras en las estimaciones actuales, así como la introducción de las estrategias para mitigar a los CCVCs adicionales en el sector del transporte. Además, los participantes preguntaron sobre la forma en que algunos aspectos de los cálculos fueron tratados y si las estimaciones pueden mejorar utilizando información adicional.

Los siguientes son algunos puntos claves que se discutieron, así como posibles acciones para mejorar las estimaciones de las emisiones.

- Es importante considerar la elasticidad del precio de las tecnologías, esto puede reducir la penetración de la tecnología debido al incremento en el costo del vehículo.
- En la construcción del escenario de emisiones, el realizar un tratamiento más explícito de emisores puede ser útil para dilucidar su contribución a las emisiones totales del sector transporte.
- La base de datos de actividad de vehículos usados para la estimación de las emisiones no tiene en cuenta las diferencias entre el año modelo del chasis y la edad del motor. El intercambio de motor y chasis es una práctica común entre operadores y propietarios de vehículos a diésel pesados en México. El conocimiento de la implementación de esta actividad puede ayudar en la reducción de las incertidumbres en las estimaciones.
- Se advirtió que las estimaciones se basan sólo en el uso del modelo Mobile6 EPA (utilizado en el INEM-2008). Esto se debe a que en realidad hay un aumento en la introducción

continúa de tecnologías Euro en México y a que es probable que estas tecnologías continúen en el futuro.

- Se observaron limitaciones en los factores de emisión dependientes de $PM_{2.5}$ que emplea el Mobile6 EPA puesto que este modelo no proporciona las variaciones en el tiempo para cada año modelo del vehículo. Además, se debe considerar la degradación en el tiempo de los factores de emisión.
- Se señaló la importancia de incluir en las estimaciones a los vehículos importados en México. Esto es, debido a que es una práctica muy común entre los estados fronterizos de México y Estados Unidos y a menudo estos vehículos tienen un rendimiento pobre y son altamente emisores.
- Se recomendó el uso del modelo MOVES 2010 en lugar de Mobile6.

III. Recomendaciones

- Se discutió un amplio rango de estrategias de mitigación basado en las diferentes formas de regulación que incluyen:
 - Normas de emisión estrictas para vehículos pesados diésel.
 - Nuevas normas sobre mantenimiento de vehículos “tracto-camiones” y camiones foráneos, similares a la “verificentros”.
 - Reglamento de inspección basado en nuevas técnicas de medición (p. ej., diagnóstico a bordo y sensores remotos).
 - Normas sobre las tasas de consumo de combustible para los vehículos diésel nuevos. La Norma 044 es anticuada.
 - Estándares sobre geometría del chasis y directrices sobre cargas máximas para mejorar la eficiencia en el consumo del combustible en los vehículos de transporte de carga.
 - Norma de eficiencia energética para vehículos pesados.
 - Normas estrictas para los vehículos importados que deben incluir la certificación del país de origen.
 - Desarrollo de una norma de emisión para los vehículos utilizados en la recolección de basura.
- En México, los programas de chatarrización de vehículos fallan a menudo. Los participantes mencionaron la necesidad de explorar estrategias de mitigación basados en un mejor diseño de programas de ayuda financiera.
- Mejora en la eficiencia energética a través de programas de capacitación sobre las medidas de manejo eficiente, dirigidos a los operadores de vehículos.
- Desarrollo de programas de actualización selectiva de vehículos pesados a diésel.
- Aumento del transporte público urbano utilizando gas natural como combustible.

- Establecer modelos logísticos para la eficiencia en el uso de combustible en vehículos de carga.
- Cambio en el uso de los vehículos diésel para inducir el uso de combustibles más limpios (incluyendo el gas natural, biocombustibles y combustibles reformulados).
- Cambio modal en el transporte para el sector de carga usando trenes en rutas específicas.
- Mediante el ahorro en el subsidio se pueden realizar estudios de valuación de beneficios de energía eficiente.
- Las autoridades locales deberían estar involucrados en la reglamentación de la flota.

A2.4 Sesión del Grupo B de Trabajo

Identificación de estrategias para uso de leña para cocción de alimentos

Moderador: Beatriz Cárdenas

Conductores: Rodolfo Iniestra, Carolina Inclán, Abraham Ortínez, Ingrid Pérez

Reporteros: Rodrigo González, Ina Salas, Carolina Inclán, Rodolfo Iniestra

Asistentes: Mildred Castro, Mildred Trejo, Oscar León (SEMARNAT); Enrique Kato (CIATEC, A.C.); Víctor Berrueta (GIRA); Lorena González (SRE); Carolina Inclán, Rodolfo Iniestra, Beatriz Cárdenas, Ingrid Pérez (INECC); Rodolfo Díaz, Joaquín Quiroz (HELPS); Maite Cortes (CEJ); Rodrigo González, Ina Salas (MCE2); Marisela Ricardez (UCAI-SEMARNAT); Manuel Mayorga (SEDESOL); Carlos Garcia (UNAM); Yuriana González (GIZ)

I. Introducción, comentarios y sugerencias

II. Estimación de las Emisiones: Línea base

1. Se mencionó que las estimaciones obtenidas por Masera et al. [GIRA, 2012] sobre el uso de leña son las más apropiadas y las más actualizadas para el desarrollo de la línea base.
2. Las áreas urbanas y suburbanas de México usan leña en las cocinas, por lo tanto, al excluir esos usuarios del total de las emisiones puede resultar en la subestimación de las emisiones de la línea base. Se sugirió reconsiderar la inclusión de dichos usuarios en la definición de la línea base
3. En el país, las áreas urbanas representan solamente el 0.05% del total del uso de leña como combustible para cocción de alimentos.
4. Desde antes del 2010, más de 500,000 cocinas mejoradas habían sido introducidas en México. Este dato se debe de considerar en cualquier estimación de las emisiones para línea base.
5. La FAO estima que entre el 90 y el 95% del consumo de leña en México está siendo utilizado para la cocción de alimentos.
6. Se sugirió que se considerara un consumo per cápita de 2.1kg de leña a nivel nacional. Este dato representa el uso promedio per cápita por macro-región ecológica y toma en cuenta las diferencias en los patrones de consumo. La opción sería estimar el consumo promedio ponderado por municipio de acuerdo a la fracción del territorio que se cubre por cada macro-región ecológica que se reporta en el estudio de Masera et al., 2012.
7. Los factores de emisión que se están usando en las estimaciones del INECC parecen conservadores, pero se trata de un buen indicador considerando que provienen de estudios realizados en México. Sin embargo, se planteó la necesidad de hacer más estudios que contemplen una mayor variedad de combinaciones tecnología/combustible, así como sitios de campo para llevarlos a cabo y de esta forma contemplar la diferencias tanto en las condiciones de operación como en tipo de leña usada como combustible.

8. Se deben de cuantificar las diferencias entre los conceptos de vivienda y hogar. El uso indistinto de estos conceptos puede generar un sesgo en la estimación del uso de leña y por lo tanto puede generar un sesgo en la estimación de las emisiones

III. Recomendaciones

- Se recomienda hacer un análisis sobre el consumo de estiércol como combustible para cocción de alimentos, ya que tienen un poder calorífico mayor que la leña y se con frecuencia en varios lugares como Jalisco, particularmente cuando hay escases de leña.
- Conocer el tiempo de vida media de las estufas, para establecer el posible reemplazo o conocer si los usuarios regresaran al fogón.
- Es importante generar sinergias con el INEGI, al ser la fuente oficial del gobierno, para establecer con ellos, encuestas que nos permitan mejorar los datos
- Cuando se realicen estudios de campo, el poder calorífico de la leña debe ser revisado a detalle ya que varía por el tipo, la región y los usos en la cocción
- Hay encuestas generadas por INEGI con las cuales se puede calcular el uso de madera per cápita. Sin embargo las encuestas contienen información confidencial y se tendría que hacer un requerimiento de alto nivel para acceder a la información que se maneja.
- SEMARNAT propone establecer políticas al corto plazo.
- La plataforma del Global Alliance for Clean Cookstoves se puede utilizar como un mecanismo para dar seguimiento y establecer las sinergias en el tema.
- Promover mayor comunicación con los estados, ya que cuentan con información importante en esta materia

IV. Estrategias de Mitigación para el Reemplazo Total o Parcial del Fogón por Cocinas Mejoradas.

1. Se estableció que la sustitución del total de las cocinas de leña es posible pero poco probable, esto, siendo que aunque la gente puede tener una cocina mejorada, no tiende a dejar de usar al fogón completamente.
2. Se debe de prestar especial atención a los 16 estados que consumen el 90% de leña para cocción de alimentos. Cualquier política de mitigación se puede expandir a nivel nacional después de haber abarcado dichos estados.
3. EL diseño y la definición de las estrategias de mitigación debe de incluir la participación de todos los actores interesados, incluidos la SEP, SEDESOL, SEMARNAT, SENER, sector salud, y los que desarrollan las cocinas mejoradas.
4. Si las cocinas son instaladas, se debe de considerar una estrategia de adaptación, capacitación y apropiación del programa por parte de la comunidad. Esta estrategia es para mantener, arreglar e instalar y si es necesario, desarrollar nuevas cocinas.

5. Las autoridades deben de generar normas técnicas para regular las características y la eficiencia mínima, durabilidad y modernización para el desarrollo de las cocinas. Sin embargo, se hicieron notar las muchas complicaciones en la instrumentación de las políticas del gobierno federal.
6. Por último, se mencionó que SEDESOL está interesado en dar seguimiento al programa de remplazo de cocinas tradicionales por cocinas mejoradas. Sin embargo, la etapa de la implementación del programa no está clara.

APÉNDICE B APOYO EN EL DESARROLLO DE LA “HERRAMIENTA DE EVALUACION RAPIDA DE EMISIONES”

Contenido

B1 Introducción

B2 Descripción de los datos incluidos en la herramienta de cálculo para México

B3 Revisión de la herramienta por el equipo del proyecto SNAP

B1 Introducción

Uno de los componentes de apoyo para el desarrollo de la iniciativa de CCAC SNAP para CCVCs fue la preparación de la “Caja de Herramienta para la Evaluación Rápida de Emisiones”. La herramienta de evaluación fue desarrollada por SEI con la intención de proporcionar a los países un marco para la estimación de las emisiones y el análisis de las políticas de mitigación energéticas y de cambio climático; permite la construcción del inventario del año base para CCVCs además de una línea de base (“ninguna acción”) y de escenarios de mitigación. Está previsto de que se vincule a los modelos de impacto para estimar los beneficios de la mitigación de CCVCs

La herramienta de evaluación se basa en la hoja de cálculo estática (un año) del Foro de Inventario de Emisiones GAP (v5.0) desarrollado en SEI-York, caracterizada por una documentación extensiva y de factores de emisión base. Se implementó por SEI en su Sistema de Modelado LEAP como marco de análisis dinámico, basado en escenarios, que puede ser fácilmente adaptado para su uso en la mayoría de los países. El Sistema de Modelado LEAP fue actualizado para manejar mejor los CCVCs, añadiendo los valores del Potencial de Calentamiento Global (PCG) a 20 años de los contaminantes a LEAP. Las variables definidas por el usuario y la actualización de los datos predeterminados del conjunto de contaminantes que incluyen carbono negro (CN), carbono orgánico (CO), y las partículas finas ($PM_{2.5}$) se manejan de una manera más flexible. En la mayoría de los casos, los factores de emisión predeterminados³⁴ contenidos en el modelo son adecuados (aunque podrían ser reemplazados por factores de emisión nacionales si están disponibles). Además de los factores de emisión, se necesitan datos sobre las tasas de actividad relevantes que permitan calcular emisiones más precisas.

El primer borrador de la herramienta fue publicado por SEI a finales de febrero del 2013 para los cuatro países pilotos. El borrador de los requisitos de datos se proporcionó a cada país para iniciar el proceso de recopilación de datos necesarios para la modelación de las proyecciones de CCVCs. Cada país, en forma individual, es responsable de agregar datos del año base específicos, así como de desarrollar las proyecciones de referencia, y acciones y políticas potenciales de mitigación para crear los escenarios de mitigación de CCVCs.

En Marzo, a través del SEI, se puso a disposición una herramienta independiente de cálculo de “beneficios en la salud pública, la productividad en los cultivos y el clima” en forma de una hoja de cálculo Excel. Sin embargo, la herramienta todavía está en desarrollo y actualmente sólo tiene la capacidad de evaluar impactos de la exposición a PM en la salud pública. En esta etapa, este conjunto de herramientas está en desarrollo y tendrá que estar terminada, depurada y revisada por expertos para verificar sus alcances.

³⁴ Una factor de emisión (EF por su sigla en inglés) es la tasa de emisiones de un contaminante por unidad de actividad; p. ej., en una estación de energía - kg NO_x por tonelada de carbón quemado.

B2 Descripción de los datos incluidos en la herramienta de evaluación para México

Los datos considerados en la herramienta de evaluación de emisiones se organizan en las siguientes categorías: Supuestos Claves, Demanda, Transformación, Recursos y Efectos del Sector No-Energético. El periodo de tiempo considerado es entre 1998 y 2008 para datos históricos cuando estén disponibles.

Un conjunto de variables intermedias se encuentran en la categoría de Supuestos Claves, estas variables son útiles para derivar las otras categorías. Algunas de las variables son: Producto Interno Bruto (PIB) para el país, población total, rural y urbana, producción de cemento, número de hogares y datos agregados por el usuario para ser utilizados en la elaboración de las proyecciones futuras de sectores específicos (es decir, tendencia de consumo para la quema de leña, producción de hierro y acero, tendencias en el consumo de combustibles, etc.).

La categoría de Demanda considera la estructura del análisis de la demanda de energía e incluye varias ramificaciones; en este caso sólo *Residencial* (estufas de leña) y la *Fabricación y Construcción* (hornos de ladrillos) fueron áreas utilizadas para este proyecto. No se usó la categoría llamada Transporte; La categoría detallada de transporte fue utilizada bajo la categoría no-energía.

La categoría de *Transformación* simula la conversión y transformación de las diferentes formas de energía desde el punto de extracción hasta el usuario final. Esta categoría incluye la rama de la *Generación de Energía*, pero no se utilizó. La rama utilizada para la Generación de Energía (electricidad) se encuentra bajo la categoría de no-energía.

La categoría de *Recursos* presenta la producción de los recursos autóctonos y la importación y exportación de combustibles secundarios (ej., coque). Esta categoría no fue utilizada para este proyecto.

La categoría de *No-energía* se puede utilizar para crear escenarios de impactos no relacionados con el consumo de energía y sus ramas pueden ser utilizadas para los inventarios y escenarios de gases de efecto invernadero.

Las siguientes secciones que se incluyen en esta categoría fueron utilizadas para este proyecto:

- Emisiones fugitivas (de PEMEX, minería del carbón y coque)
- Transporte detallado
- Emisiones de proceso industrial
- Ganado (gestión del estiércol y fermentación entérica)
- Quemadas agrícolas
- Generación de energía

- Quema en el sitio de bosques y pradera
- Quema de residuos
- Metano de los residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios
- Metano de aguas residuales domesticas
- Consumo de energía del sector de servicios e industria

Además de la línea de base, se incluyen dos escenarios en las acciones de mitigación en este proyecto (ver sección 3.5 – control de escenarios de la política 1 y control 2).

B3 Revisión de la herramienta de evaluación por el equipo del proyecto SNAP en México

El equipo del proyecto SNAP en México han estado utilizando la herramienta de evaluación de emisiones desde que fue lanzada a finales de febrero. Varios usuarios asistieron al seminario de capacitación organizada por SEI-US a finales de marzo, lo cual fue muy útil. Los equipos han sido involucrados en las distintas etapas del desarrollo de la herramienta y han contribuido a identificar algunos de los problemas relacionados con la herramienta de evaluación. Se prevé que con mayor desarrollo y perfeccionamiento durante la fase 2, la herramienta de evaluación y la herramienta de cálculo de beneficios podrían ser muy útiles para el SNAP, además de otras iniciativas del CCAC.

Con el fin de mejorar el futuro refinamiento de la herramienta de evaluación (LEAP), se presentan los comentarios proporcionados por los usuarios.

Comentarios generales:

- El poco tiempo y la demora para los desarrolladores de LEAP y de la herramienta de cálculo de beneficios ha sido motivo de gran preocupación. Esto contribuyó a las complicaciones encontradas por los usuarios en la utilización de ambas. Hubo errores en las primeras versiones de LEAP, que causaron problemas al programa, y parte de la información y trabajo se perdió. Del mismo modo, varios fallos también fueron encontrados por los usuarios de la herramienta de cálculo de beneficios. Esto ha tomado más tiempo a los usuarios para aplicar el conjunto de herramientas para realizar el análisis.
- Sería útil desarrollar un manual para LEAP y la herramienta de cálculo de beneficios, o proporcionar un tutorial en línea más extenso para facilitar el uso de las herramientas.
- El enfoque utilizado en la herramienta de cálculo LEAP se puede refinar; en el esquema básico había algunas ramas que no fueron utilizadas debido a la falta de datos o restricción técnica y capacitación, que podría ser superada con tiempo adicional o entrenamiento.

Comentarios específicos:

- La naturaleza de LEAP prioriza el enfoque de la demanda de energía sobre emisiones, reduciendo la flexibilidad para crear nuevas categorías con las variables definidas por el usuario, con la intención de estimar solamente las emisiones. Además, la herramienta de cálculo parece ser diseñada para los países con poco o ningún inventario de emisiones y representa un obstáculo para aquellos que tienen datos de emisiones.
- LEAP no permitió modelar o generar escenarios de emisiones para todos los sectores. En algunos casos, sólo trabajo como visualizador de los datos de un sector específico en comparación con el total.
- Sugerir mejorar los datos importados de Excel a LEAP (ej., es algunos casos los datos se escriben en forma manual, lo que fue tedioso).
- La importación de una rama de una versión de LEAP a otra no resultó en la copia total de los datos. En algunos casos, muchos sub-ramas/categorías no se importaron correctamente y algunos datos (a veces) se perdieron.
- No era fácil detectar el error de “modelado” en el programa hasta la fase de visualización. No hay ningún paso intermedio que permita comprobar la consistencia de los cálculos.
- Se sugieren mejorar la comunicación entre los desarrolladores y los usuarios. En algunos casos, los usuarios no fueron capaces de resolver los problemas técnicos de una manera oportuna.
- Se sugiere mejorar el proceso para “guardar” los datos. Los usuarios notaron con frecuencia que cuando sucedió un cambio en una categoría no se salvó correctamente por LEAP y los cambios no fueron actualizados después de cerrar y abrir el programa
- No hay manera fácil para que dos equipos añaden información sobre diferentes ramas simultáneamente en la misma base de datos de LEAP.
- Sugerir mejorar exportación gráfica. En algunos casos, cuando hay 4 o 5 gráficos para exportar, el programa pidió cerrarse, o crear uno nuevo.

APÉNDICE C ESTIMACIONES DE INCERTIDUMBRE DE EMISIONES DE CCVC

Contenido

- C1. Análisis de sensibilidad para la herramienta de cálculo de beneficios a la salud**
- C2. Identificación de los beneficios por cada sector**
 - C2.1 Caso de estudio: Estufas**
- C3. Cálculo de Incertidumbre en la estimación de las emisiones**
 - C3.1 Estudio de Caso: Estufas**
- C4. Conclusiones**

C1. Análisis de sensibilidad para la herramienta de cálculo de beneficios en la salud pública

Con el fin de evaluar la influencia de los cambios en las concentraciones de contaminantes en la salud pública, se llevaron a cabo un conjunto de pruebas que consideran reducciones hipotéticas de contaminantes. La herramienta de cálculo de beneficios de salud utiliza las emisiones de carbono negro, carbono orgánico, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, otros $PM_{2.5}$, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles no metano y metano como entrada para estimar impactos sobre la salud pública. La herramienta de cálculo requiere también información sobre datos demográficos; población total, población de más de 30 años y los parámetros de dosis-respuesta para enfermedad cardiopulmonar, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias. Con el procedimiento descrito en otra parte, la herramienta de cálculo transforma las emisiones a concentraciones anuales y las concentraciones estimadas son distribuidas en la zona del dominio que cubre México. Usando la misma malla del dominio, la población y los campos de concentraciones de $PM_{2.5}$ ponderadas por población se estiman los impactos a la salud.

El proceso para hacer el análisis de sensibilidad es el siguiente: primero, una línea de base para la distribución de emisiones para el fin del año (2030) se obtiene de las emisiones JRC para todos los contaminantes requeridos. Los beneficios a la salud se calculan mediante la adquisición de las diferencias entre dos escenarios, uno de ellos es el escenario base (BAU) y el otro es el escenario con medidas de control aplicadas (escenario de reducciones, RS). Ambos escenarios consideran nueve compuestos (carbono negro, carbono orgánico, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, otros $PM_{2.5}$, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles no metano y metano).

Para el primer contaminante se le aplica una reducción del 5% en el escenario de RS manteniendo todos los demás constantes, debido a esto se pueden obtener diferencias entre los escenarios BAU y RS, y el beneficio se puede estimar y registrar. Después de esto, la magnitud del primer contaminante es restaurada a su valor inicial. Luego, para el segundo agente contaminante, se aplica la reducción de 5% y el beneficio se registra, luego, su valor es restaurado a su valor inicial. Este procedimiento se repite hasta que se obtienen todas las reducciones de todos los contaminantes. El mismo procedimiento se aplica también para la reducción de 10% y así es posible obtener la sensibilidad de la herramienta de cálculo para la estimación de los beneficios vía la reducción de contaminantes específicos, y con ello identificar cual tiene la influencia más grande en los beneficios. En este caso, el beneficio evaluado corresponde a evitar muertes prematuras.

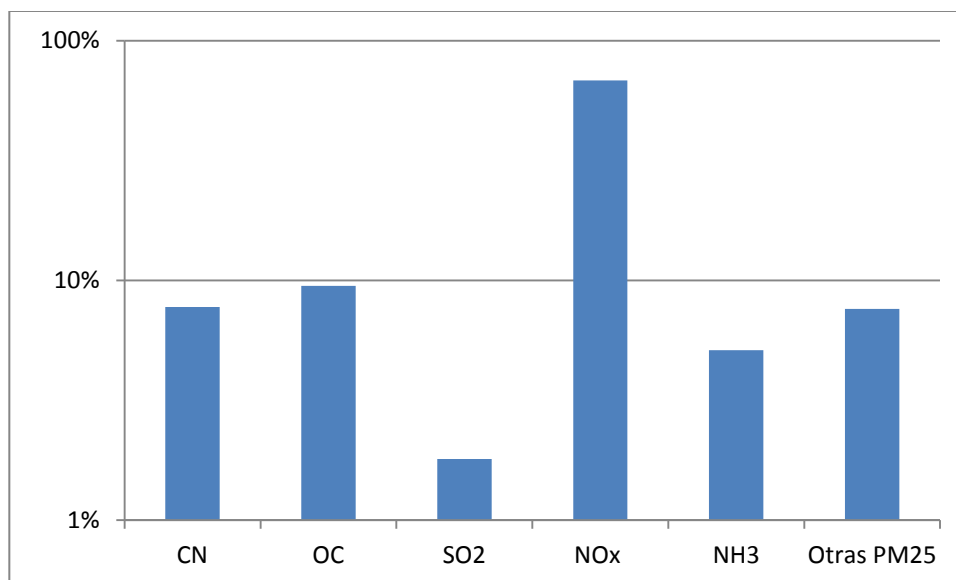


Figura C1 muestra la contribución relativa de cada contaminante al beneficio total si se consigue una reducción del 5% en todos los contaminantes. En el caso de reducción del 10% se obtuvieron los mismos porcentajes.

La **Figura C1** presenta el porcentaje de la contribución relativa de cada contaminante al beneficio total si se aplica una reducción del 5% en todas las emisiones.

Los resultados indican que el NO_x es el contaminante con más influencia para incrementar los beneficios a la salud. En este proyecto, los efectos secundarios de NO_x , tales como la formación de contaminantes gaseosos secundarios o aerosoles que afectan a la salud se tomaron en cuenta.

Como se indica en el Apéndice B, La herramienta de cálculo de beneficios todavía está en desarrollo; el equipo del proyecto ha encontrado varios errores durante el curso del proyecto. Algunos problemas fueron resueltos por los desarrolladores para obtener beneficios para la salud, pero otros problemas no pueden ser resueltos aún y podrían proporcionar resultados parciales. Por lo tanto, es preciso señalar que esta estimación es muy preliminar.

La herramienta de análisis de beneficios es útil para una estimación aproximada; Sin embargo, para una estimación más detallada, se debe de utilizar la reducción de escala dinámica de los resultados de los modelos globales con el fin de mejorar la identificación y la exposición de las poblaciones y los ecosistemas a los contaminantes atmosféricos en el país.

C2. Identificación de beneficios para cada sector

Al considerar las diferentes medidas de mitigación en cada sector, es posible obtener un nuevo conjunto de emisiones que pueda compararse con los valores de las emisiones de BAU. Estos dos escenarios se pueden incluir en la herramienta de cálculo con el fin de obtener el beneficio

(evitar muertes prematuras).³⁵ Dado que hay incertidumbre en los valores absolutos de muertes que se evitan, se utiliza un índice para identificar la influencia de cada sector en el beneficio total. Para este caso, el beneficio de cada sector se representa como: (número de muertes prematuras evitadas por sector)/ (total de muertes prematuras) figura C2. Usando este índice, es posible observar en la figura que las estufas de leña poseen la proporción más grande en el beneficio total, seguido por el transporte, generación de energía, quema a cielo abierto de residuos, sector de petróleo y gas, labranza, quema en zafra, hornos de ladrillos y arrabio. Otros sectores también tienen reducciones, pero no tienen beneficios a la salud, como el metano, que viene de tratamiento de aguas residuales o de rellenos sanitarios.

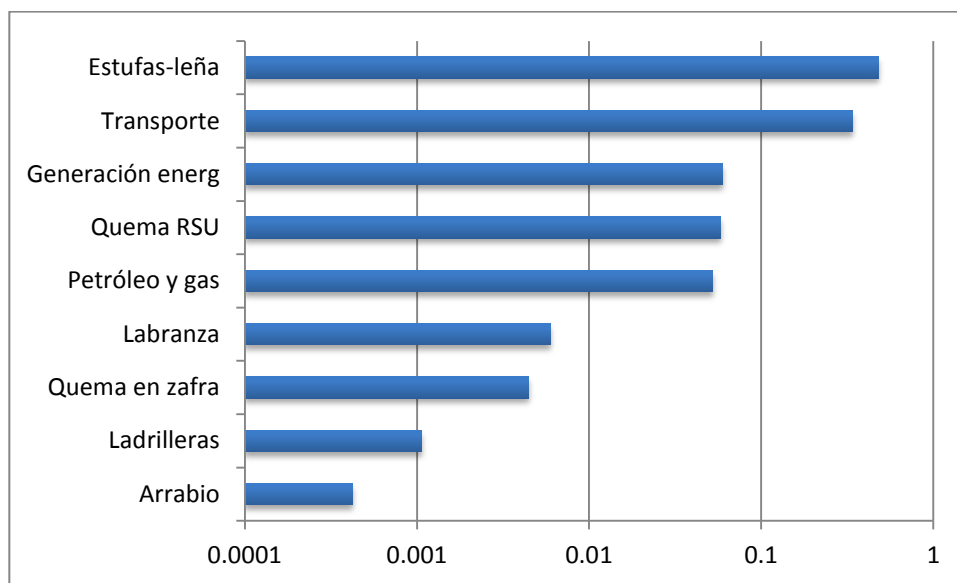


Figura C2. Fracción de contribución en beneficio para cada sector

C2.1 Estudio de Caso: Estufas

Se presenta un estudio de caso específico para el sector de estufas, en el cual una nueva tecnología es considerada como una estrategia de mitigación que influye en el consumo total de leña y en las emisiones. En este caso, una estufa eficiente substituye a la estufa tradicional de leña.

Un escenario de reducción incluyó que todas las estufas tradicionales de leña (fogones) serían reemplazadas por estufas eficientes. La Figura C3 muestra la reducción en el consumo de combustible debido al cambio en la tecnología.

³⁵ Estos resultados deben tomarse con precaución; los valores absolutos pueden ser parciales. Sin embargo, la diferencia relativa entre sectores puede ser útil para seleccionar, identificar o clasificar las políticas diferentes para cada sector.

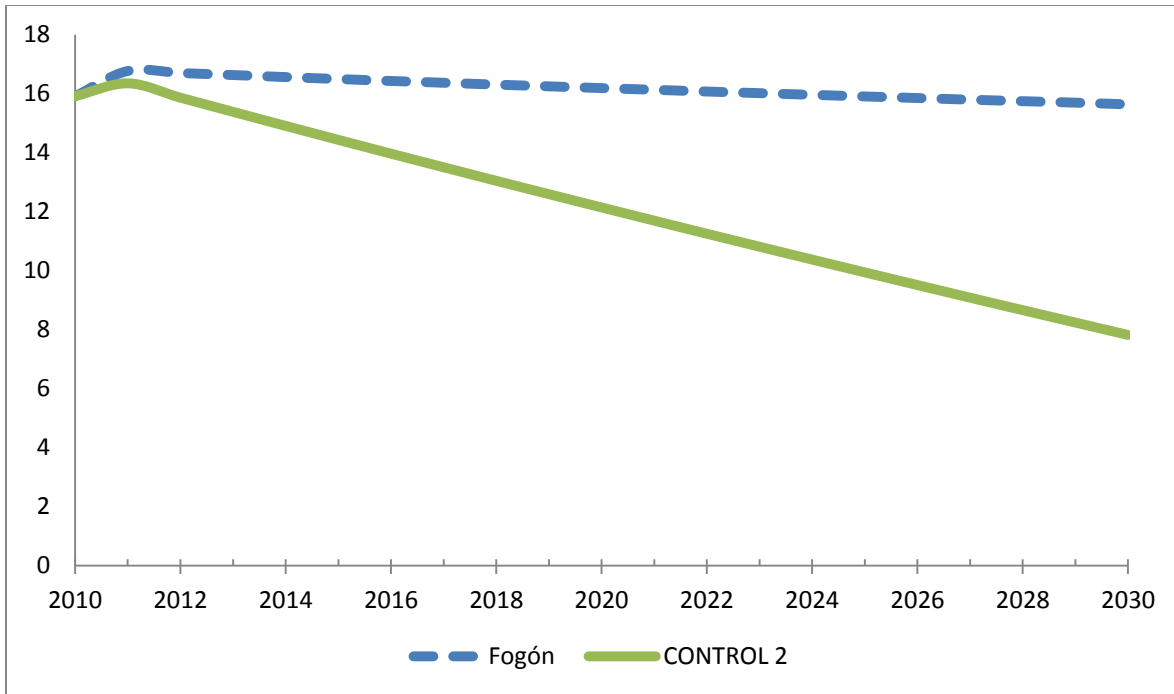


Figura C3. Consumo de leña en Gg por año de los fogones (BAU) y estufas eficientes (Control 2). En 2030 todas las estufas tradicionales son sustituidas por estufas eficientes.

Estufas mejoradas eficientes tienen menos emisiones y también consumen menos leña. Estos factores conducen a mayores reducciones de las emisiones presentadas en las siguientes figuras:

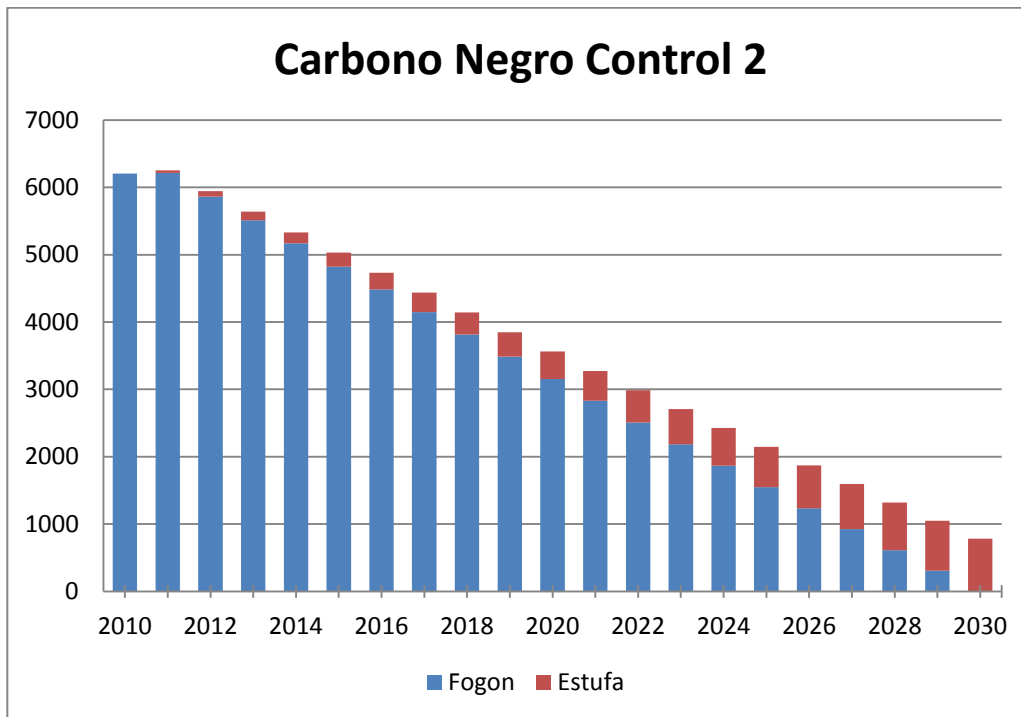


Figura C4. Emisiones de carbono negro para estufas tradicionales a fuego abierto (barras azules–“fogón”) y estufas eficientes (barras rojas–“Estufa”). Las reducciones son debidas al cambio en la tecnología y a la reducción del consumo de leña. En este escenario todas las estufas a fuego abierto son sustituidas por estufas eficientes para el año 2030.

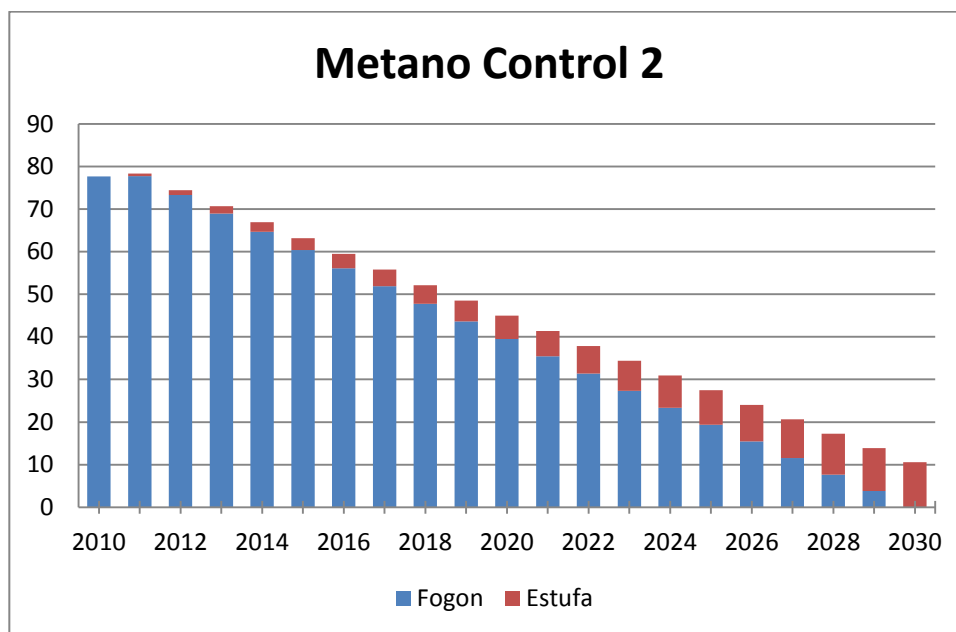


Figura C5. Las emisiones de metano para estufas tradicionales de fuego abierto (barras azules–“fogón”) y estufas eficientes (barras rojas–“Estufa”). Las reducciones son debidas al cambio de tecnología y a la reducción del consumo de leña. En este escenario todas las estufas de fuego abierto son sustituidas por estufas eficientes para el año 2030.

C3. Cálculo de Incertidumbre en la Estimación de las Emisiones

El nivel de confianza en las emisiones depende de las especies químicas, sector y región. Para algunos sectores hay conocimiento escaso sobre los valores de actividad, de factores de emisión reales y de parámetros para la estimación de las emisiones. En el caso de carbono negro y carbono orgánico, Bond et al. [2004] presentó un análisis de incertidumbre total de las emisiones mundiales. Para quema de origen antropogénico de CN, el rango fue de -30% a 120%. Para la quema de biomasa a cielo abierto, el rango fue de -50% a 200%. En su análisis, los principales tipos que contribuyen a la incertidumbre en las emisiones antropogénicas de carbono negro fueron coque, estufa de leña, carbón de combustible industrial, y vehículos de diésel.

La incertidumbre que rodea la estimación de emisiones para CCVCs es resultado de la propagación de incertidumbres individuales durante el uso de factores de emisiones y tasas de actividad limitados. No hay información actualizada disponible sobre los factores de emisión para todos los combustibles (en el caso de carbono negro) y las condiciones de no-combustibles que necesitan ser abordadas. En este sentido, la medición de factores de emisión para CCVCs es actualmente un área de investigación activa.

Incluso cuando existen factores de emisión, la incertidumbre que rodea su aplicación puede ser resultado de:

1. Incertidumbres de las medidas que se refieren a los instrumentos que miden el factor de emisión,
2. Incertidumbres metodológicas que resultan de la técnica de medición y los protocolos de medición; y
3. Incertidumbres derivadas de la forma representativa de los factores de emisión obtenidos para representar el rango de condiciones para las cuales se pretende aplicar.

Igualmente, la tasa de actividad puede tener considerables incertidumbres como resultado del uso de bases de datos incompletos y anticuados. Una estimación cuantitativa formal de la incertidumbre de las estimaciones para cada sector requiere evaluar cada una de estas incertidumbres.

La disponibilidad de factores de emisión para medir varias fuentes locales de CCVCs en México es limitada y, por tanto, la incertidumbre de las estimaciones es presumiblemente grande. Es importante resaltar que esto no es una característica única para México, sino que es compartida por muchos otros países. Existe una cantidad relativamente pequeña de factores de emisión disponibles para el amplio rango de condiciones de operación de algunas fuentes. La incertidumbre introducida por estos factores de emisión poco representativos es probablemente la causante de la mayor parte de la incertidumbre del sector.

Existen métodos para estimar la incertidumbre tanto de mediciones subjetivas como objetivas Gratt, [1989]. Considerando que las variables relevantes en las etapas más importantes del cálculo son independientes y son variables distribuidas aleatorias log-normal multiplicativas. El factor de incertidumbre s , se puede escribir como la suma de los logaritmos de los factores de incertidumbre de cada componente:

$$(\log s_T)^2 = (\log S_a)^2 + (\log S_{fe})^2 + (\log S_o)^2$$

donde S_T incertidumbre total, S_a incertidumbre en la actividad, S_{fe} incertidumbre en el factor de emisión, S_o incertidumbre en otros términos usados.

Cada término de la ecuación anterior se puede descomponer adicionalmente en los términos representados por los subíndices: una (estat) para la incertidumbre derivada estadísticamente basada en los datos, otra (modelo) determinada subjetivamente basada en la experiencia del modelo y otra (otro) para incluir otras formas de la incertidumbre, como el caso de especies químicas sustitutas que representan una clase de compuestos, sinergismos y así. Entonces:

$$(\log s_x)^2 = (\log S_{xstat})^2 + (\log S_{xmodelo})^2 + (\log S_{xotro})^2$$

Bajo este esquema, se puede evaluar la contribución relativa de cada componente. El factor de incertidumbre calculado por este método puede relacionarse a la varianza, una interpretación

exacta es difícil pero puede verse como un intervalo de “confianza alta” donde se encuentra el mejor estimado. El círculo de incertidumbre r se estima usando:

$$R_{su} = S_T r$$

Y

$$R_{inf} = r/S_T$$

En el caso de emisiones:

$$(\log s_x)^2 = (\log S_{\text{factor emisión}})^2 + (\log S_{\text{consumo comb}})^2 + (\log S_{\text{contenido de azufre}})^2$$

Los siguientes sectores se identificaron (con base en su contribución a) para la parte de actividades: rellenos, tratamiento de agua residual, quema de residuos, ladrilleras, estufas. En el caso de los factores de emisión: petróleo y gas, hornos de coque, rellenos sanitarios, tratamiento de agua residual, transporte, quema de residuos y ladrilleras.

C3.1 Caso de Estudio: Estufas

Esta sección presenta un análisis cuantitativo para estimar la incertidumbre de las emisiones de carbono negro de las estufas, los pasos considerados donde la incertidumbre se pueden identificar están en la tasa de actividad, los factores de emisión así como en la proyección de emisiones, la conversión de emisiones a concentraciones por un modelo de calidad del aire y la estimación del impacto a la salud. Al tener en cuenta la incertidumbre en cada paso, es posible evaluar la propagación, calcular la incertidumbre total del proceso, y obtener un límite superior e inferior de los resultados finales.

Tasa de Actividad

Con respecto a la tasa de actividad de las estufas de leña: durante la sesión de grupo del taller (ver Apéndice A), se mencionó una sugerencia de 2.1 kg / día per cápita de consumo [Masera et al, 2012.]. A partir de la metodología para estimar el consumo de combustible residencial en México, se utilizó un 3 kg / día por habitante (véase el Apéndice D). A partir de esta información y de un enfoque prudente, la mayor diferencia en la tasa de actividad es de ~ 50%.

Factores de Emisión

En el caso de los factores de emisión, se han reportado diferentes valores medidos para CN para estufas de leña. Para este análisis, un valor de 0.48 (STD dev = 0.20) de Christian et al. [2010] en fogones, y de 0.74 (std dev = 0.37) a partir de Akagi et al. [2011] se utilizaron para estufas Patsari. Así, se estimaron las incertidumbres para fogón (41%) y para Patsari (50%).

Proyecciones

Las proyecciones de las emisiones de referencia se basan en el crecimiento demográfico. En América Latina hay errores comunes en la estimación del número de habitantes: en algunos los residentes en el hogar no se cuentan, mientras que en otros se cuentan más de una vez. En

algunos casos, una persona se cuenta, pero una o más de sus características no lo es (por ejemplo, edad, género, etc.), y otra fuente importante de incertidumbre es la tasa de migración. A partir del CELADE un 3.2% de omisión es la media con un valor máximo de omisión 7.7% y mínimo de 0%. El valor de omisión se calcula como: (población estimada - Población contada) / (población estimada). Para la tasa de crecimiento de una diferencia estimada del 17% puede ser considerado debido al cambio en la tasa de fecundidad (2.67 en 2000 a 2.27 en 2012) [CONAPO, 2013].

Otras incertidumbres (modelos)

Con el fin de convertir las emisiones a concentraciones se requiere de un modelo de la calidad del aire. El desempeño típico de un modelo oscila entre 50 a 200% como la diferencia entre el modelo y las observaciones [Gratt, 1996].

Evaluación de Beneficios a la Salud

En la evaluación del beneficio la salud se utilizan un conjunto de parámetros, los factores de dosis-respuesta, como el riesgo relativo (RR) y los valores de β suelen tener una diferencia del 25% en los valores observados [Evans. et al., 2002] como en el caso de $PM_{2.5}$.

Incertidumbre total

De la información anterior es posible estimar cuantitativamente la incertidumbre hasta el impacto en la salud de la siguiente forma:

$$(\log s_r)^2 = (\log s_a)^2 + (\log s_{ef})^2 + (\log s_{o1})^2 + (\log s_{o2})^2 + (\log s_{o3})^2 + (\log s_{o4})^2$$

En este caso:

- Actividad $s_a = 1.5$
- Factor de emisión $s_{ef} = 1.41$ (fogón) 1.5 (Patsari)
- Población conteo $s_{o1} = 1.032$
- Población cambio de fertilidad $s_{o2} = 1.17$
- Modelo de calidad del aire $s_{o3} = 2.0$
- Estimaciones de la salud $s_{o4} = 1.25$

La incertidumbre total para este sector es $s_r = 2.5$. Con este valor, el valor de la salud calculada tendrá un intervalo de 40% a 250%. Del informe de carbono negro PNUMA las emisiones tienen un intervalo de incertidumbre del 50% al 200%, mientras que en este ejercicio teniendo en cuenta sólo la actividad y las diferencias de los factores de emisión hay un intervalo de 59% a 170%. Por lo tanto para la línea de base de las emisiones de carbono negro de las estufas en 2010 serán 6.2 Gg en el intervalo de (3.7 a 10.5 Gg). Teniendo en cuenta un beneficio para la salud de 2860, las muertes prematuras evitadas estimadas tendrán un rango de 1144 a 7150.

C4. Conclusiones

Como se describió anteriormente, una determinación formal de la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones requiere información adicional y un análisis adicional tendría que realizarse como una actividad en futuras investigaciones. Sin embargo, la campaña de medición reciente, patrocinada por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y dirigida por el MCE2 en colaboración con INECC y el PNUMA y con la participación de muchas instituciones académicas y de investigación mexicanas, podría mejorar nuestra comprensión de los CCVCs clave en México. Durante la campaña de campo, se obtuvieron mediciones directas de los factores de emisión mediante el uso del laboratorio móvil de Aerodyne Research Inc. y de las mediciones complementarias de varias instituciones mexicanas. Las fuentes de emisión CCVCs específicas incluyen: rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, fuentes móviles de gasolina y diésel, las instalaciones de separación de petróleo y gas, la ganadería, la fabricación de ladrillos, y estufas. La información resultante de estas mediciones podrá contribuir a nuestro conocimiento sobre la incertidumbre que rodea el uso de los diversos factores de emisión de CCVCs en México.

APÉNDICE D METODOLOGÍA PARA ELABORAR LA LINA BASE Y LOS ESCENARIOS DE MITIGACIÓN PARA LA INICIATIVA SNAP DE MÉXICO

Contenido

D1 Introducción

D2 Análisis de emisiones por sector

1. Agricultura

- 1.1 Labranza
- 1.2 Quema en zafra
- 1.3 Ganadería: Manejo de estiércol
- 1.4 Ganadería: Fermentación entérica

2. Residuos

- 2.1 Aguas residuales
- 2.2 Quema a cielo abierto de residuos
- 2.3 Vertederos

3. Incendios Forestales

4. Extracción y distribución de combustibles fósiles

- 4.1 Petróleo y gas
- 4.2 Minas de carbón
- 4.3 Coque

5. Procesos Industriales

- 5.1 Arrabio
- 5.2 Construcción y manufactura (producción informal de ladrillo)

6. Residencial

- 6.1 Estufas – quema de leña

7. Transporte (en carretera)

8. Generación de energía

- 8.1 Electricidad

9. Demandad de energía de la industria y servicios

- 9.1 Servicios (residencial, comercial, agrícola)
- 9.2 Industria (química, pulpa y papel, acero, alimentos, bebidas, tabaco, cemento, construcción, minería, etc.)

D1 Introducción

Se realizó una evaluación completa de los datos existentes de los sectores clave de emisión para desarrollar los escenarios de referencia para la reducción de las emisiones de metano (CH₄) y de Carbono Negro (CN). Esto incluye la revisión del siguiente par de documentos:

- La Quinta comunicación Nacional [INECC-SEMARNAT, 2012], que contiene las tendencias por sector de los sectores para metano y carbono negro desde 1990 a 2010.
- La versión preliminar del Inventario Nacional de Emisiones (INEM-2008) proporcionada por SEMARNAT, que contiene las tasa de actividad y los factores de emisión para el carbono negro por actividad económica.

Con el fin de mejorar las metodologías de cálculo de las emisiones de carbono negro y de metano, se hizo un análisis exhaustivo de los datos para los sectores clave. Estos sectores fueron seleccionados por su contribución a las emisiones totales, impactos en la salud y sus co-beneficios, así como las políticas y medidas que se han desarrollado con anterioridad para mitigar las emisiones de carbono negro y metano de esas fuentes.

Se analizaron nueve sectores³⁷ (ver Figura 6) empleando la herramienta de cálculo de evaluación rápida de emisiones y escenarios desarrollada por SEI (Apéndice B). Para cada sector clave se consideró una tendencia histórica de las emisiones, junto con la tasa de actividad, y se desarrolló una proyección iniciada desde 2010 para un escenario tendencial (BAU). También se consideraron dos escenarios de mitigación mediante el uso de políticas o iniciativas que actualmente están siendo analizadas en México. En algunos casos, cuando no se disponía de información, se realizó un análisis de sensibilidad para ilustrar las oportunidades para la mitigación. En los casos en que un factor de emisión de un sector específico no estaba disponible directamente en la herramienta de evaluación, un grupo de trabajo enfocado en los factores de emisión discutió y seleccionó el valor más apropiado basado en la literatura.

D2 Análisis de emisiones por sector

La metodología para construir la línea base y los escenarios de mitigación para la iniciativa SNAP de México se presenta a continuación. Como se describió anteriormente, este análisis es un esfuerzo colaborativo del personal del INECC y MCE2 y consultores (ver “Lista de Participantes”). Como se menciona en los “Comentarios” al final de cada sector, se les asignó una o dos personas para preparar la memoria de cálculo para cada sector, basado en la información obtenida de las reuniones del equipo del proyecto (véase el Apéndice A). Este fue distribuido para su posterior discusión y revisión por parte del equipo del proyecto, y cada hoja de cálculo fue revisada posteriormente.

³⁷ 1) Agrícola (equipo agrícola, quema de residuos, ganadería); 2) desechos (aguas residuales, quemas agrícolas, vertederos); 3) incendios; 4) extracción y distribución de combustibles fósiles; 5) procesos industriales; 6) residencial (estufas); 7) demanda de energía por industria y servicios; 8) transporte; y 9) generación de energía.

1. Agrícola

SECTOR: AGRÍCOLA	
1. Información General	
Categoría:	Labranza
Descripción:	Emisiones procedentes de la labranza durante la siembra y cosecha de cultivos agrícolas.
2. Método de estimación de línea base	
Método:	Factores de emisión
Año base de estimación	2010.
Contaminantes:	CN, PM ₁₀ , PM _{2.5} .
Método de estimación:	$E_t = \Sigma((S \times FE1 \times P \times T) + (C \times FE2)) / 1000$ <p>donde:</p> <p><i>E_t</i> = Emisiones totales del contaminante (i) para todos los cultivos agrícolas (Mg) <i>S</i> = Superficie sembrada por cultivo (ha) <i>FE1</i> = Factor de emisión de la siembra (kg / ha) <i>P</i> = Porcentaje de mecanización del cultivo <i>j</i> <i>T</i> = Número de veces que se usa el tractor por hectárea por cultivo <i>i</i> <i>C</i> = Superficie cosechada (ha) <i>FE2</i> = Factor de emisión de la cosecha (kg / ha)</p>
3. Información para la estimación de emisiones	
Datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Para 2010, se analizaron 296 cultivos agrícolas con superficie cultivada y cosechada en México.^a • La superficie cultivada de cada cultivo fue ponderada de acuerdo al porcentaje de mecanización del cultivo promedio en el país.^b • En el caso de la siembra de los cultivos, también se consideró el número de veces que se utilizó el tractor durante la siembra y preparación del terreno. Para ello se aplicaron los datos del INEM, los cuales fueron revisados por el equipo técnico del INECC y se modificaron en el caso de 7 cultivos. El número de veces que se usó el tractor por hectárea oscila entre 1 y 13. • Para las emisiones se consideró el 100% del área cosechada como mecanizada.^c <p>El factor de emisión y los datos de actividad por producto se obtuvieron para cada tipo de cultivo (ver anexo).</p>
Referencia	<p>a. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, SIAP, cierre de la producción agrícola, varios años.</p> <p>b. Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, SIAP. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola, 2011.</p> <p>c. SEMARNAT 2013. Inventario nacional de emisiones, base de datos de emisiones de labranza. Versión preliminar.</p>

Factor de emisión	<p>Se aplicó el factor de emisión para cultivo y cosecha para cada tipo de cultivo (296) usado por el INEM – 2008. Estos provienen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PM10: CARB. (2003). Detailed Documentation for Fugitive Dust and Ammonia Emission Inventory Changes for the SJVU APCD Particulate Matter SIP. California Air Resources Board: Planning & Technical Support Division. • PM2.5: CARB. (2003). Detailed Documentation for Fugitive Dust and Ammonia Emission Inventory Changes for the SJVU APCD Particulate Matter SIP. California Air Resources Board: Planning & Technical Support Division. • Carbono negro: INECC. 2010. Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación. INE, pág. 50-51. • En un archivo anexo se incluyen los factores de emisión por cultivo 	
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • Los datos históricos del 2008 se proyectaron al 2010 empleando la tasa de crecimiento agrícola. • Se asume que la cosecha de todos los productos se realiza de manera mecanizada. • No se incorporan diferencias regionales o por variedades en la mecanización de los productos agrícolas. • Los factores de emisión provienen de cultivos en Estados Unidos. • Para el crecimiento de la producción se asumió una tasa de crecimiento del sector agrícola entre 1998 y 2008 y se aplicó esta tasa a todos los cultivos. 		
5. Ejemplo de cálculo		
<p>Emisiones de PM₁₀ aceituna= {9,309.5 (ha) *1.34 (kg/ha)*0.99*3}+ (5,511(ha) *0.089(kg/ha)) = 37,049.95 +490.48 = 37,540.43 kg</p>		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones deben ser validadas para incluir el porcentaje de la mecanización en la siembra y la cosecha, las prácticas de labranza para la siembra, la cosecha y el barbecho. • Es necesario caracterizar los procesos de remoción de suelo con las tecnologías utilizadas en las diferentes regiones agroecológicas del país. 		
7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Se realizó un análisis de sensibilidad, donde se asumió el uso de equipos agrícolas más eficientes que reducen en 10% las emisiones totales en 2030.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Se controlan las emisiones totales para que en 2030 representen 10% menos que en 2010.	Grupo de trabajo INECC-MCE2.
Factor de emisión	Se mantienen constantes como el BAU	

Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Es un análisis de sensibilidad. • Se asume que el impacto del uso agrícola tiene repercusiones sobre el total de las emisiones y no se aplica de manera individual a los factores de emisión de los cultivos. • Existe una gran incertidumbre con respecto al crecimiento de la producción agrícola. • Se supone un comportamiento homogéneo para todos los productos agrícolas. • Se considera que los productos agrícolas no compiten entre sí y crecen de una manera uniforme, independientemente de las barreras agrícolas y los factores de producción limitada (agua, suelo). 		
Medida de mitigación 2:	No Considerado	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:		
Factor de emisión		
Consideraciones importantes:		
Referencias Completas:		
<p>Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, SIAP. Cierre de la Producción agrícola por cultivo. http://www.siap.gob.mx</p> <p>Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, SIAP. Estadística de uso tecnológico y de servicios en la superficie agrícola, 2011. http://www.siap.gob.mx/opt/agricultura/tecnificacion/Estadistica.pdf.</p> <p>SEMARNAT 2013. Inventario nacional de emisiones, base de datos de emisiones de labranza. Versión preliminar.</p> <p>INECC 2010. Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación. INE, pág. 50-51. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_cca_mce2_temas_emergentes.pdf</p> <p>CARB. (2003). Detailed Documentation for Fugitive Dust and Ammonia Emission Inventory Changes for the SJVU APCD Particulate Matter SIP. California Air Resources Board: Planning & Technical Support Division.</p>		
8. Consideraciones importantes		
Preparado por:	Ina Salas	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Ina Salas , Francisco Aviña, Thalia Hernández, Agustín García	07-01-2013
Revisado	Ina Salas	07-01-2013

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Aceituna	3	0.99982	1.20000	0.08000
Acelga	4	0.93968	4.38000	1.69000
Achiote	0	0.00238	0.00000	0.00000
Agapando	3	0.78327	1.55000	1.68000
Agave	3	0.73374	1.22000	0.09000
Aguacate	2	0.67539	1.03000	0.09000
Ajo	7	0.98567	1.55000	1.68000
Ajonjolí	3	0.83613	3.08000	5.80000
Albahaca	0	1.00000	0.00000	0.00000
Albricia	0	0.95839	0.00000	0.00000
Alcachofa	4	0.85537	1.78000	0.08000
Alcatraz	0	0.00000	0.00000	0.00000
Alfalfa verde	6	0.96383	2.44000	0.08000
Algarrobo	0	1.00000	0.00000	0.00000
Algodón hueso	8	1.00000	1.44000	3.37000
Alheli	4	0.88896	1.63000	0.08000
Almendra	4	1.00000	12.50000	40.77000
Alpiste	3	0.00000	3.08000	5.80000
Alpiste ornamental	3	0.00000	3.08000	5.80000
Alpiste verde	3	0.97515	3.08000	5.80000
Amaranto	3	0.75040	2.44000	0.08000
Anís	3	0.99975	4.38000	1.68000
Anona	2	0.00000	1.15000	0.08000
Apio	3	0.00000	2.44000	0.08000
Apio semilla	3	0.98314	1.63000	1.63000
Arrayan	0	0.05990	0.00000	0.00000
Arroz palay	4	0.80472	3.51000	1.68000
Arvejón	4	0.62642	1.48000	1.68000
Ave del paraíso	3	0.71776	1.48000	1.68000
Avena forrajera	5	0.85385	3.08000	5.80000
Avena grano	5	0.94939	3.08000	5.80000
Avena grano semilla	5	0.94939	3.08000	5.80000
Azucena	0	0.95556	0.00000	0.00000
Baby back choi	4	0.00000	4.38000	1.68000
Bangaña	0	1.00000	0.00000	0.00000
Berenjena	3	0.95362	1.64000	0.09000
Berenjena semilla	3	0.00000	1.64000	0.09000
Berro	0	0.00000	0.00000	0.00000
Betabel	7	0.98556	4.38000	1.69000
Blueberry	0	0.88250	0.00000	0.00000
Boi choi	0	0.00000	0.00000	0.00000
Brócoli	6	0.97042	1.63000	0.09000
Brócoli semilla	6	1.00000	1.78000	0.08000
Cacahuete	6	0.76306	1.48000	1.68000
Cacao	3	0.00016	1.03000	0.09000
Café cereza	3	0.01168	1.22000	0.09000
Caimito	3	0.05634	1.22000	0.09000
Calabacita	13	0.94624	1.78000	0.17000
Calabacita semilla	13	1.00000	1.78000	0.17000
Calabaza	3	0.91263	1.78000	0.17000
Calabaza (semilla) o chihua	3	0.47534	1.78000	0.17000
Camote	3	0.89351	4.38000	1.69000
Canola	6	0.93107	1.63000	0.08000

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Caña de azúcar	8	0.93604	1.64000	0.17000
Caña de azúcar otro uso	8	0.54987	1.64000	0.17000
Caña de azúcar semilla	8	1.00000	1.64000	0.17000
Capulín	4	0.06907	1.19000	0.08000
Carambolo	0	0.76935	0.00000	0.00000
Cártamo	5	1.00000	2.05000	5.80000
Cebada forrajera en verde	5	0.84893	3.09000	5.80000
Cebada grano	5	0.95613	3.09000	5.80000
Cebada grano (semilla)	5	1.00000	3.09000	5.80000
Cebolla	8	0.97682	1.55000	1.68000
Cebolla semilla	8	1.00000	1.55000	1.68000
Centeno forrajero en verde	3	1.00000	3.08000	5.80000
Centeno grano	3	0.81481	3.08000	5.80000
Cereza	4	1.00000	1.19000	0.08000
Chabacano	4	0.76238	1.19000	0.08000
Chay	3	0.00000	1.78000	0.17000
Chayote	3	0.79394	1.78000	0.17000
Chía	0	0.98909	0.00000	0.00000
Chícharo	3	0.76004	1.48000	1.68000
Chícharo semilla	3	0.76004	1.48000	1.68000
Chilacayote	3	1.00000	1.78000	0.17000
Chile verde	8	0.84709	1.40000	0.08000
Chile verde semilla	8	1.00000	1.40000	0.08000
Chirimoya	2	0.58152	1.15000	0.08000
Chives	3	1.00000	1.55000	1.68000
Cilantro	3	0.93021	2.44000	0.08000
Cilantro semilla	3	0.99691	1.63000	1.63000
Ciruela	4	0.39507	1.20000	0.08000
Cítricos	3	0.01286	1.33000	0.08000
Clyptoria	0	0.00000	0.00000	0.00000
Coco fruta	2	0.53667	1.20000	2.04000
Col (repollo)	4	0.98208	2.44000	0.08000
Col de bruselas	4	1.00000	1.78000	0.08000
Coliflor	3	0.98640	1.63000	0.09000
Coliflor semilla	3	1.00000	1.78000	0.08000
Colinabo	3	0.00000	1.63000	0.08000
Collard	0	0.00000	0.00000	0.00000
Colza	3	1.00000	1.63000	0.08000
Colza semilla	3	1.00000	1.63000	0.08000
Comino	3	0.97619	2.44000	0.08000
Copra	2	0.55300	1.20000	2.04000
Coquia	0	0.00000	0.00000	0.00000
Crisantemo	4	0.91601	2.44000	0.08000
Damazco	0	0.00000	0.00000	0.00000
Dátil	2	0.97733	1.20000	2.04000
Durazno	5	0.61047	1.19000	0.08000
Ebo (janamargo o veza)	3	0.85310	1.48000	1.68000
Ebo grano	3	0.62389	1.48000	1.68000
Ecualaista	0	0.00000	0.00000	0.00000
Ejote	3	0.97121	1.48000	1.68000
Elote	3	0.92853	1.64000	0.17000
Eneldo	0	1.00000	0.00000	0.00000
Epazote	3	0.92308	2.44000	0.08000

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Esparrago	3	0.99956	1.78000	1.69000
Especias y medicinales	0	1.00000	0.00000	0.00000
Espinaca	3	0.96788	2.45000	0.08000
Estropajo	3	0.25581	1.78000	0.17000
Eucalipto	0	1.00000	0.00000	0.00000
Flor cera	0	1.00000	0.00000	0.00000
Flor cundeamor	0	0.00000	0.00000	0.00000
Flor kale	3	0.00000	1.78000	0.08000
Flor perrito	0	0.97966	0.00000	0.00000
Flores	0	1.00000	0.00000	0.00000
Flores semilla	0	1.00000	0.00000	0.00000
Frambuesa	3	0.95074	1.78000	0.08000
Fresa	4	0.98630	1.78000	0.08000
Frijol	3	0.84203	1.48000	1.68000
Frijol semilla	3	0.84203	1.48000	1.68000
Frijol por pelón	3	0.27571	1.48000	1.68000
Frutales varios	0	0.29294	0.00000	0.00000
Gailan	3	1.00000	1.78000	0.08000
Garbanzo forrajero	4	0.94774	1.48000	1.68000
Garbanzo grano	4	0.98811	1.48000	1.68000
Girasol	4	0.99064	2.05000	5.80000
Girasol forrajero	4	1.00000	2.05000	5.80000
Girasol ornamental	4	0.87224	2.05000	5.80000
Gladiola	0	0.91708	0.00000	0.00000
Granada	1	0.41038	1.19000	0.09000
Guaje	3	0.65693	1.48000	1.68000
Guaje (verdura)	3	0.74576	1.48000	1.68000
Guamuchil	3	0.00000	1.48000	1.68000
Guanábana	2	0.42546	1.15000	0.08000
Guayaba	2	0.48889	1.22000	0.08000
Haba grano	3	0.82955	1.48000	1.68000
Haba verde	3	0.72138	1.48000	1.68000
Helecho	0	0.00000	0.00000	0.00000
Henequén	3	0.11765	1.22000	0.09000
Henequén verde	3	0.11765	1.22000	0.09000
Hierbabuena	0	0.86441	0.00000	0.00000
Higo	3	0.83383	1.20000	2.04000
Higuerilla	0	0.00000	0.00000	0.00000
Hongos y setas	0	0.07275	0.00000	0.00000
Hortalizas	0	0.92804	0.00000	0.00000
Huauzontle	3	0.90896	2.44000	0.08000
Hule hevea	0	0.04309	0.00000	0.00000
Jaca (jackfruit)	3	0.25408	1.20000	2.04000
Jamaica	3	0.21087	2.44000	0.08000
Jenjibre	0	0.69072	0.00000	0.00000
Jícama	3	0.86003	1.48000	1.68000
Jícama semilla	3	1.00000	1.63000	0.17000
Jojoba	0	1.00000	0.00000	0.00000
Kale	3	1.00000	1.78000	0.08000
Kay laan	0	0.00000	0.00000	0.00000
Keel	0	0.00000	0.00000	0.00000
Kenaf	3	0.00000	2.44000	0.08000
Kohlrabi	4	1.00000	1.78000	0.08000

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Lechuga	4	0.98638	2.44000	0.08000
Leek	3	1.00000	1.55000	1.68000
Lenteja	3	0.50550	1.48000	1.68000
Leucaena	3	0.22222	1.48000	1.68000
Lima	3	0.63350	1.15000	0.08000
Limón	3	0.69641	1.22000	0.09000
Limón real	3	0.75000	1.22000	0.09000
Linaza	0	0.33333	0.00000	0.00000
Litchi	3	0.53271	1.22000	0.09000
Macadamia	3	0.06790	12.50000	4.08000
Magüey pulquero (miles de lts.)	3	0.22926	1.22000	0.09000
Maíz forrajero	3	0.97154	1.64000	0.17000
Maíz grano	3	0.69958	1.64000	1.68000
Maíz grano semilla	3	1.00000	1.64000	0.17000
Maíz palomero	3	1.00000	1.64000	1.68000
Malanga	0	1.00000	0.00000	0.00000
Mamey	3	0.23508	1.22000	0.09000
Mandarina	3	0.40482	1.15000	0.08000
Mango	2	0.60306	1.22000	0.09000
Mano de león	0	1.00000	0.00000	0.00000
Manzana	3	0.57228	1.20000	0.08000
Manzanilla	4	0.18182	2.44000	0.08000
Maracuyá	3	0.08920	1.28000	0.08000
Marañón	2	0.60544	1.22000	0.09000
Margarita	4	0.97980	2.44000	0.08000
Mejorana	0	0.86842	0.00000	0.00000
Melón	3	0.98771	1.78000	0.08000
Melón semilla	3	1.00000	1.78000	0.08000
Membrillo	3	0.45369	1.56000	0.09000
Menta	0	1.00000	0.00000	0.00000
Mijo	0	0.00000	0.00000	0.00000
Mijo forrajero	0	0.00000	0.00000	0.00000
Mostaza	4	1.00000	2.44000	0.08000
Mostaza forrajera	4	1.00000	2.44000	0.08000
Muzu	3	0.00000	1.78000	0.17000
Nabo	3	0.96761	1.63000	0.08000
Nabo (verdura)	3	0.96761	1.63000	0.08000
Nabo forrajero	3	1.00000	2.76000	1.68000
Nanche	3	0.29000	1.28000	0.08000
Napa	0	1.00000	0.00000	0.00000
Naranja	3	0.35733	1.20000	0.08000
Nardo	3	0.96984	1.55000	1.68000
Nectarina	0	0.00000	0.00000	0.00000
Neem	0	0.00000	0.00000	0.00000
Níspero	3	0.25000	1.22000	0.09000
Noni	0	0.26087	0.00000	0.00000
Nopal forrajero	0	0.53821	0.00000	0.00000
Nopalitos	0	0.74532	0.00000	0.00000
Nube	0	0.94055	0.00000	0.00000
Nuez	4	0.90942	12.47000	4.08000
Okra (angu o gombo)	3	0.99475	2.44000	0.08000
Olleto	0	0.98182	0.00000	0.00000
Orégano	0	0.53791	0.00000	0.00000

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Orquídea	0	0.00000	0.00000	0.00000
Palma africana o de aceite	2	0.08338	1.20000	2.04000
Palma de ornato	2	1.00000	1.20000	2.04000
Palma taco	2	1.00000	1.20000	2.04000
Papa	3	0.90126	4.38000	1.69000
Papa (semilla)	3	1.00000	4.38000	1.69000
Pápalo	4	0.95170	2.44000	0.08000
Papaya	3	0.79602	1.28000	0.08000
Pasto (tapete)	0	0.96549	0.00000	0.00000
Pasto (tapete)m2	0	0.96549	0.00000	0.00000
Pastos	0	1.00000	0.00000	0.00000
Pepino	3	0.93324	1.63000	0.08000
Pepino semilla	3	1.00000	1.63000	0.08000
Pera	3	0.41762	1.27000	0.08000
Perejil	3	0.97853	2.44000	0.08000
Perón	3	0.14303	1.20000	0.08000
Persimonio	3	1.00000	1.28000	0.08000
Pimienta	3	0.00669	2.44000	0.08000
Piña	0	0.44253	0.00000	0.00000
Piñón	0	0.00000	0.00000	0.00000
Pipicha	4	1.00000	2.44000	0.08000
Pistache	2	0.91728	12.50000	4.08000
Pitahaya	3	0.01247	1.28000	0.08000
Pitaya	3	0.03608	1.28000	0.08000
Plátano	3	0.33764	1.28000	0.08000
Polar	0	0.96667	0.00000	0.00000
Poro	3	1.00000	2.44000	0.08000
Quelite	3	1.00000	2.44000	0.08000
Rábano	4	0.66774	1.63000	0.08000
Rambután	3	0.01481	1.22000	0.09000
Rapini	4	1.00000	4.38000	1.68000
Remolacha forrajera	4	1.00000	4.38000	1.69000
Romerito	4	0.93759	2.44000	0.08000
Romero	0	0.71292	0.00000	0.00000
Rosa	0	0.85811	0.00000	0.00000
Rye grass en verde	3	0.97864	2.76000	0.00000
Sábila	3	0.70479	4.38000	1.69000
Salvia	0	1.00000	0.00000	0.00000
Sandia	3	0.92084	1.78000	0.08000
Sandia semilla	3	1.00000	1.78000	0.08000
Saramuyo	2	0.00787	1.15000	0.08000
Shop suey	3	1.00000	1.48000	1.68000
Sorgo escobero	3	0.99865	3.08000	5.80000
Sorgo forrajero verde	3	0.96091	3.08000	5.80000
Sorgo grano	3	0.99241	3.08000	5.80000
Sorgo semilla	3	0.93361	3.08000	5.80000
Soya	5	0.99623	1.48000	1.68000
Soya semilla	5	0.99623	1.48000	1.68000
Statice	0	0.94518	0.00000	0.00000
Tabaco	3	0.97701	1.40000	0.08000
Tamarindo	3	0.73364	1.48000	1.68000
Tangelo	0	0.34216	0.00000	0.00000
Tangerina	3	0.40347	1.15000	0.08000

Cultivo	Pases del tractor	Factor de mecanización	Factor de emisión PM10	
			Siembra (lb/pase-acre)	Cosecha (lb/acre)
Tarragon	4	1.00000	2.44000	0.08000
Te limón	3	0.90909	3.08000	5.80000
Tejocote	3	0.21234	1.19000	0.08000
Terciopelo	0	0.68586	0.00000	0.00000
Tomate rojo (jitomate semilla)	4	1.00000	1.63000	0.17000
Tomate rojo (jitomate)	4	0.95055	1.40000	0.08000
Tomate verde	3	0.93490	1.40000	0.08000
Tomillo	0	1.00000	0.00000	0.00000
Toronja (pomelo)	3	0.72449	1.24000	0.08000
Trébol	3	0.76923	1.48000	1.68000
Trigo forrajero verde	3	0.99899	3.08000	5.80000
Trigo grano	3	0.95811	3.08000	5.80000
Trigo grano semilla	3	0.95811	3.08000	5.80000
Trigo ornamental	3	0.80000	3.08000	5.80000
Triticale forrajero en verde	3	1.00000	3.08000	5.80000
Triticale grano	3	0.99657	3.08000	5.80000
Tuna	0	0.46648	0.00000	0.00000
Uva	6	0.99883	1.15000	0.17000
Vainilla	0	0.04488	0.00000	0.00000
Varios	0	1.00000	0.00000	0.00000
Verdolaga	3	0.94452	2.44000	0.08000
Yuca alimenticia	0	0.95625	0.00000	0.00000
Yu-choy	4	1.00000	4.38000	1.68000
Zacate semilla	0	1.00000	0.00000	0.00000
Zanahoria	3	0.96734	4.38000	0.17000
Zanahoria semilla	3	0.96734	4.38000	0.17000
Zapote	3	0.64576	1.28000	0.08000
Zapupe	3	0.00000	1.22000	0.09000
Zarzamora	3	0.97844	1.78000	0.08000
Zempoalxochitl	4	0.90041	2.44000	0.08000
Zempoalxochitl forrajero	4	0.90041	2.44000	0.08000
Zempoalxochitl procesado	4	0.90041	2.44000	0.08000

Fuentes de emisión (Mg)		Referencia
PM _{2.5} = Fracción PM ₁₀	0.2217	CARB, 2003
Black Carbón = Fracción PM _{2.5}	0.006	INECC 2010
Factor de conversión a kg (kg/lb)	Conversión de ha (acre/ha)	
0.454545455	2.470966148	

SECTOR: AGRÍCOLA			
1. Información General			
Categoría:	Agricultura: quemas agrícolas pre cosecha		
Descripción:	Emisiones procedentes de la quema de caña agrícola (durante la zafra)		
2. Método de estimación de línea base			
Método:	IPCC, 1996 con el Factor de emisión del sector de caña de azúcar para el país.		
Año base:	2010		
Contaminantes:	VOC, PM _{2.5} , CO, NOX, CO ₂ , CH ₄ , OC, CN.		
Algoritmo de cálculo:	$E = (H * SQ * Q) * RC * FO * DM * FE$ Donde: E = Emisiones totales del contaminante (Mg) H = Hectáreas anuales cultivadas de caña (ha) SQ = Porcentaje de superficie no mecanizada durante la zafra Q = Producción en la superficie no mecanizada durante la zafra (Mg/ ha) RC = Residuos del cultivo FO = Fracción oxidada DM = Materia seca FE = Factor de emisión del contaminante Mg / Mg		
3. Información para el cálculo de emisión			Referencia
Datos de actividad			
		2010	a. Unión Nacional de Cañeros
	% Caña cosechada mecánicamente (real) ^a	17.46	A.C. Estadísticas de la
	% Caña no mecanizada	82.54	Agroindustria Azucarera
	Hectáreas cultivadas de caña (ha/año) ^b	703,943	Nacional.
	Superficie quemada (ha)	581,006	b. SIAP.
	Rendimiento promedio (Mg/ ha) ^b	71.63	
	Producción en el área quemada (Mg)	41,617,495	
Factor de emisión	Contaminante	Factor de emisión	Unidades
	VOC ⁽¹⁾	24.1	mg/kg
	PM _{2.5} ⁽¹⁾	2.49	g/kg
	CO ⁽³⁾	65	g/kg
	No ⁽³⁾	1.5	g/kg
	CO ₂ ⁽²⁾	1303	g/Kg
	CH ₄ ⁽²⁾	2.7	g/Kg
	OC ⁽¹⁾	0.16	g/Kg
	CN ⁽¹⁾	0.71	g/kg
			⁽¹⁾ Danielle Hall, et al 2012
			⁽²⁾ IPCC, 2006 ;
			⁽³⁾ França, et al 2012
4. Consideraciones y supuestos			
<ul style="list-style-type: none"> Se asume que la superficie de caña no mecanizada se quema. Se considera que la producción es homogénea en todos los predios de caña de azúcar y se pondera contra el rendimiento nacional. 			

- El porcentaje de residuos es de 16%; la fracción oxidada es de 0.9 y la materia seca es de 0.83 (Datos provistos por el INECC- coordinación de cambio climático).
- Para estimar el crecimiento del sector, se asume lo siguiente:
 - El porcentaje de caña mecanizada es del 16% y de superficie no mecanizada o quemada de 84%.
 - El crecimiento de la producción es 1% anual
 - El rendimiento de caña de azúcar es de 73.84 Mg/Ha que es el promedio histórico entre 2002 y 2010.

5. Ejemplo de cálculo

Emisiones de CN (Mg) = 703,943 (ha) * 0.8254 * 71.63 (Mg/ha) * 0.16 * 0.9 * 0.83 * 0.71 (kgCN/Mg materia seca) = 3,531.6 Mg CN

6. Áreas de oportunidad

- Se pueden mejorar los factores de emisión para calcular los contaminantes durante la zafra y diferenciarlo de los factores de la quema de residuos.
- Deberían mejorarse los factores de conversión de residuos, adaptándolos a México.
- Se deben diferenciar las categorías: residuos agrícolas y quema durante el proceso de cosecha o zafra dado que la intensidad de la quema y las emisiones son diferentes.
- En el caso de la quema de residuos, esto aplica a todos los cultivos agrícolas y no sólo a la caña de azúcar.

7. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó un análisis de sensibilidad, considerando que se promueve la mecanización de la cosecha en verde de la caña de azúcar y esta es de 20% en el 2020 y de 30% en el 2030, con lo cual se reduce la superficie donde se quema la caña de azúcar.
-------------------------	---

Información para el cálculo de la medida de mitigación		Referencia
Datos de actividad:	La superficie no mecanizada pasa a representar el 80% en 2020 y 70% en 2030	Grupo de trabajo INECC-MCE2.
Factor de emisión:	El factor de emisión se mantiene constante.	

Consideraciones importantes:

- Es un análisis de sensibilidad.

Medida de mitigación 2: No se considera.

Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:		
Factor de emisión:		

Consideraciones importantes:

Referencias Completas:

Unión Nacional de Cañeros A.C. Estadísticas de la Agroindustria Azucarera Nacional. Disponible en http://www.caneros.org.mx/site_caneros/estadisticas/nacional.pdf

Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera, SIAP. Cierre de la Producción agrícola por cultivo. <http://www.siap.gob.mx>

INEM 2008. Inventario Nacional de Emisiones 2008. Datos preliminares.

Danielle Hall, Chang-Yu Wu, Yu-Mei Hsu, James Stormer, Guenter Engling, Krisha Capeto, Jun Wang, Scott Brown, Hsing-Wang Li, Kuei-Min Yu, PAHs, carbonyls, VOCs and PM2.5 Emission factor for pre-harvest burning of Florida sugarcane, *Atmospheric Environment*, Volume 55, August 2012,

Andreae, M.O. and Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. Disponible en: <http://www.fire.uni-freiburg.de/vfe/Andreae-and-Merlet%202001.pdf>

França, D.A.; Longo, K.M.; Neto, T.G.S.; Santos, J.C.; Freitas, S.R.; Rudorff, B.F.T.; Cortez, E.V.; Anselmo, E.; Carvalho, J.A., Jr. Pre-Harvest Sugarcane Burning: Determination of emission factor through Laboratory Measurements. *Atmosphere* 2012, 3, 164-180

8. Consideraciones importantes:

Preparado por:	Ina Salas	06-25-2013
Discutido por:	Iván Islas, Ina Salas, Francisco Aviña, Abraham, Thalia Hernández, Agustín García	07-01-2013
Revisado por:	Abraham Ortinez	07-03-2013

SECTOR: AGRÍCOLA

1. Información General

Categoría:	Ganadería
Descripción:	Manejo de excretas del ganado

2. Método de estimación de línea base

Método:	IPCC 1996 Factor de emisión para ganado, adaptado para el país.
Año base de estimación	2010
Contaminantes:	CH ₄
Método de estimación:	$E = (G \times FE) / 1000$ <p>donde:</p> <p><i>E</i> = Emisiones anuales del contaminante (i) (Mg/año)</p> <p><i>G</i> = Ganado animal (cabeza)</p> <p><i>FE</i> = Factor de emisión del contaminante (i) (kg/Cabeza)</p>

3. Información para la estimación de emisiones		Referencia																		
Datos de actividad	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Cabezas (2010)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bovino (lechero)</td> <td style="text-align: right;">2,374,623</td> </tr> <tr> <td>Bovino (Carne)</td> <td style="text-align: right;">30,267,511</td> </tr> <tr> <td>Ovino</td> <td style="text-align: right;">8,105,562</td> </tr> <tr> <td>Caprino</td> <td style="text-align: right;">8,993,221</td> </tr> <tr> <td>Caballos</td> <td style="text-align: right;">1,033,011</td> </tr> <tr> <td>Mulas y Asnos</td> <td style="text-align: right;">541,525</td> </tr> <tr> <td>Porcino</td> <td style="text-align: right;">15,435,412</td> </tr> <tr> <td>Avícola</td> <td style="text-align: right;">324,457,193</td> </tr> </tbody> </table>	Cabezas (2010)		Bovino (lechero)	2,374,623	Bovino (Carne)	30,267,511	Ovino	8,105,562	Caprino	8,993,221	Caballos	1,033,011	Mulas y Asnos	541,525	Porcino	15,435,412	Avícola	324,457,193	INECC, 2012
Cabezas (2010)																				
Bovino (lechero)	2,374,623																			
Bovino (Carne)	30,267,511																			
Ovino	8,105,562																			
Caprino	8,993,221																			
Caballos	1,033,011																			
Mulas y Asnos	541,525																			
Porcino	15,435,412																			
Avícola	324,457,193																			
Factor de emisión	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bovino (lechero)</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Bovino (Carne)</td> <td style="text-align: center;">0.6944</td> </tr> <tr> <td>Ovino</td> <td style="text-align: center;">0.1392</td> </tr> <tr> <td>Caprino</td> <td style="text-align: center;">0.1492</td> </tr> <tr> <td>Caballos</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> </tr> <tr> <td>Mulas y Asnos</td> <td style="text-align: center;">0.986</td> </tr> <tr> <td>Porcino</td> <td style="text-align: center;">0.6944</td> </tr> <tr> <td>Avícola</td> <td style="text-align: center;">0.0159</td> </tr> </tbody> </table>	Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)		Bovino (lechero)	1	Bovino (Carne)	0.6944	Ovino	0.1392	Caprino	0.1492	Caballos	1.8	Mulas y Asnos	0.986	Porcino	0.6944	Avícola	0.0159	INECC, 2012
Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)																				
Bovino (lechero)	1																			
Bovino (Carne)	0.6944																			
Ovino	0.1392																			
Caprino	0.1492																			
Caballos	1.8																			
Mulas y Asnos	0.986																			
Porcino	0.6944																			
Avícola	0.0159																			

4. Consideraciones y supuestos

- Se asume que todos los animales de una misma especie emiten de manera uniforme, independientemente del peso y edad.
- Para la proyección de crecimiento del ganado se emplean las tasas de crecimiento histórico entre 1998-2010.
- El análisis consideró los datos anuales oficiales históricos desde 1998.

5. Ejemplo de cálculo		
Emisiones de CH ₄ para excretas de bovino carne = (29,245,912 (Cabeza) *0.6944 (kgCH ₄ /Cabeza/año))/1,000 = 20,308.4 Mg CH ₄		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario caracterizar las cohortes por especie y tipo de ganadería • Mejorar el factor de emisión adaptado al peso, la edad, la función y la alimentación animal. • Generar factor de emisión por excretas de acuerdo a las zonas agroecológicas en México. 		
7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Instalación de sistemas de manejo integral de residuos, los cuales comprenden la implementación de biodigestores y el aprovechamiento de energía en las granjas porcícolas y criaderos de bovino (carne y leche). Al 2030, se consideran que estos sistemas abarcan al 50% de las cabezas de ganado existente.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Se proyectan las cabezas de ganado animal hacia el 2030. Se reduce el 20% de las emisiones provenientes de los cernos y bovinos (carne y leche).	Grupo de trabajo INECC-MCE2
Factor de emisión	Se mantienen constantes.	Grupo de trabajo INECC-MCE2
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Es un análisis de sensibilidad. • Existe gran incertidumbre sobre el crecimiento del ganado, lo que podría estar sujeto a cambios en los patrones de consumo de carne.. • Los datos utilizan el crecimiento histórico de la ganadería, sin considerar la competencia o la sustitución del consumo entre las especies (es decir, la carne y las aves de corral de ganado). 		
Medida de mitigación 2	No se considera	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Referencias completas:		
INECC, 2012. Actualización del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector agricultura: México, Periodo: 1990 -2010, preparado para el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2012		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Ina Salas	06-25-2013
Discutido por	Iván , Ina Salas, Francisco Aviña, Abraham Ortinez, Thalia Hernández, Agustín García	07-01-2013
Revisado	Abraham Ortinez	07-03-2013

SECTOR: AGRÍCOLA

1. Información General

Categoría:	Ganadería
Descripción:	Emisiones procedentes de los procesos de fermentación entérica del ganado.

2. Método de estimación de línea base

Método:	IPCC 1996 Factor de emisión para ganado, adaptado para el
Año base	2010
Contaminantes:	CH ₄
Método de estimación:	$E = (G \times FE) / 1000$ <p>Dónde:</p> <p><i>E</i> = Emisiones anuales del contaminante (i) (Mg/año) <i>G</i> = Ganado animal (cabeza) <i>FE</i> = Factor de emisión del contaminante (i) (Kg/Cabeza)</p>

3. Información para la estimación de emisiones		Referencia																
Datos de actividad	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cabezas (2010)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bovino (Lechero)</td> <td>2,374,623</td> </tr> <tr> <td>Bovino (Carne)</td> <td>30,267,511</td> </tr> <tr> <td>Ovino</td> <td>8,105,562</td> </tr> <tr> <td>Caprino</td> <td>8,993,221</td> </tr> <tr> <td>Caballos</td> <td>1,033,011</td> </tr> <tr> <td>Mulas y Asnos</td> <td>541,525</td> </tr> <tr> <td>Porcícola</td> <td>15,435,412</td> </tr> </tbody> </table>		Cabezas (2010)	Bovino (Lechero)	2,374,623	Bovino (Carne)	30,267,511	Ovino	8,105,562	Caprino	8,993,221	Caballos	1,033,011	Mulas y Asnos	541,525	Porcícola	15,435,412	INECC, 2012
	Cabezas (2010)																	
Bovino (Lechero)	2,374,623																	
Bovino (Carne)	30,267,511																	
Ovino	8,105,562																	
Caprino	8,993,221																	
Caballos	1,033,011																	
Mulas y Asnos	541,525																	
Porcícola	15,435,412																	
Factor de emisión	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bovino (Lechero)</td> <td>104.353</td> </tr> <tr> <td>Bovino (Carne)</td> <td>47.409</td> </tr> <tr> <td>Ovino</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Caprino</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Caballos</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Mulas y Asnos</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Porcino</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)	Bovino (Lechero)	104.353	Bovino (Carne)	47.409	Ovino	5	Caprino	5	Caballos	18	Mulas y Asnos	10	Porcino	1	INECC, 2012
	Factor de emisión (kg/ Cabeza / año)																	
Bovino (Lechero)	104.353																	
Bovino (Carne)	47.409																	
Ovino	5																	
Caprino	5																	
Caballos	18																	
Mulas y Asnos	10																	
Porcino	1																	

4. Consideraciones y supuestos

- Se asume que todos los animales emiten de manera uniforme, independientemente del peso y edad.
- Para proyectar el crecimiento de cada especie / tipo de animal, el análisis utiliza las tasas de crecimiento históricas entre 1998-2010.
- El análisis consideró los datos anuales oficiales históricos desde 1998.

5. Ejemplo de cálculo		
Emisiones de CH ₄ de bovino carne = (29,245,912 (Cabeza) *47.409 (kgCH ₄ /Cabeza/año))/1000 = 1,386,519.4 Mg CH ₄		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario caracterizar las cohortes por especie y tipo de Ganadería • Es necesario mejorar el Factor de Emisión para adecuarlos de acuerdo al peso, la edad, la función y la alimentación animal. • Generar Factor de Emisión estiércol de acuerdo a las zonas agro-ecológicas en México. • Se necesita más investigación acerca de las medidas para reducir las emisiones procedentes de la fermentación entérica a través de mejoras en la dieta, el uso de aditivos, entre otros. 		
7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Se reducen los factores de emisión de fermentación entérica en el ganado (3%), como resultado de mejoras en la dieta del ganado, manejo del ganado, cambio en la dieta del ganado, variaciones en la ruta metabólica, etc.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Se proyectan las cabezas de ganado animal hacia el 2030	Grupo de trabajo INECC-MCE2
Factor de emisión	Se reduce el factor de emisión de 2011 a 2013 hasta en un máximo de 3 %.	Grupo de trabajo INECC-MCE2
Consideraciones importantes: <ul style="list-style-type: none"> • Es un análisis de sensibilidad. • Se tiene una alta incertidumbre con respecto al crecimiento del ganado, el cual estará condicionado a cambios en los patrones de consumo de carne. • Se emplean datos de crecimiento histórico del ganado sin considerar competencia o sustitución del consumo entre las especies (por ejemplo ganado carne y aves). 		
Medida de mitigación 2:	No se considera.	
Referencias Completas:		
INECC, 2012. Actualización del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector agricultura: México, Periodo: 1990 -2010, preparado para el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2012		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Ina Salas	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Ina Salas, Francisco Aviña, Fabiola Ramírez, Thalia Hernández, Agustín García	07-01-2013
Revisado	Ina Salas	07-01-2013

2. Residuos

SECTOR: Residuos		
1. Información General		
Categoría:	Aguas Residuales	
Descripción:	Emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales municipales.	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	IPCC Factores de emisión, 2006	
Año base:	2010	
Contaminantes:	Metano	
Algoritmo de cálculo:	<p><i>Emisiones</i></p> $E_i = \sum (Pob \times (DBO / \text{cápita} \times \text{Corrección} - DBO_{\text{remov}}) \times EF_i \times Fra)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> E_i = Emisiones anuales de metano de planta tipo i (Mg/año) Pob = Población (cápita) $DBO/\text{cápita}$ = DBO emitida por agua residual por individuo (kg/cápita) $Corrección$ = Factor de corrección por el tipo de agua DBO_{remov} = Metano removido en el tratamiento de agua (kg) = 35% del DBO/cápita FE = Factor de emisión (CH_4/kg DBO) Fra = Fracción de agua trata por planta tipo i DBO = Demanda Bioquímica de oxígeno. 	
3. Información para cálculo de emisiones		Referencia
Datos de actividad	Población en 2010 = 114,289,406 hab ^a Corrección = 1.25 DBO/cápita = 18.25 kg DBO /cápita ^b DBO remov = 35% del DBO /cápita (Laguna Aeróbica) ^b Fracción de tratamiento (2010) ^b Planta Aeróbica 0.299 ^b Laguna Aeróbica 0.071 ^b Océano, río, lago (sin tratar) 0.466 ^b Pozo Séptico 0.164 ^b	a) CONAPO b) INE-SEMARNAT 2012
Factores de emisión	Planta Aeróbica 0.18 (kg CH_4 /kg DBO) Laguna Aeróbica 0.30 (kg CH_4 /kg DBO) Océano, río, lago (Sin tratamiento) 0.06 (kg CH_4 /kg DBO) Pozo séptico 0.42 (kg CH_4 /kg DBO)	INE-SEMARNAT 2012
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones son altamente dependientes de la opción predeterminada del factor de emisión y los datos de 		

<p>población obtenidos de censos. Para el período de 2011-2030 las emisiones aumentan con la población.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólo se consideran 4 tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales • Se supone que las poblaciones urbanas y rurales tienen los mismos tipos de plantas de tratamiento de aguas residuales. • Ninguna dependencia al ingreso se toma en cuenta en el cálculo de la DBO por población • El valor de 1.25 se usa como corrección debido a la porción de aguas residuales industriales que se descarga en las aguas residuales municipales. • En México, estas actividades no están reguladas y no hay información extensa disponible. Lo ideal sería que el sector de las aguas residuales se regulara y las bases de datos se actualizarán de acuerdo con la información solicitada para la Metodología 2006. 			
5. Ejemplo de cálculo			
<p>Planta Aeróbica</p> $E_{CH_4} = 114,289,406 (18.25 \times 1.25 - 0) \times 0.18 \times 0.299 = 140,320,961 \text{ kg/yr}$ <p>Laguna Aeróbica</p> $E_{CH_4} = 114,289,406 (18.25 \times 1.25 - 7.98) \times 0.30 \times 0.071 = 36,097,058.8 \text{ kg/yr}$			
6. Áreas de oportunidad			
<ul style="list-style-type: none"> • Los factores de emisión se pueden identificar para cada tipo de tratamiento de agua. • Mejorar la clasificación de tipos de tratamiento de agua y estimar por ingreso y región (rural o urbana). 			
7. Método de estimación de medidas de mitigación			
Medida de mitigación 1:	Mejora de la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales		
Información para el cálculo del escenario		Referencia	
Datos de actividad:	Distribución de tratamiento	2030	CONAGUA
	Planta Aeróbica	0.336	
	Laguna Aeróbica	0.08	
	Sin tratamiento	0.40	
	Pozo séptico	0.184	
Factor de emisión:	Factor de emisión para el tratamiento aeróbico pasa de 0.18 a 0.06	IPCC 2006	
Consideraciones importantes:			
<ul style="list-style-type: none"> • El factor de emisión para el tratamiento aeróbico varía desde 0.18 hasta 0.06 kg CH₄/DBO • Planta aeróbicas aumentan la capacidad de caudal tratado desde 29,9% a 33,6% • Pozo sépticos aumentan la capacidad de flujo tratado del 16.4% al 18.42% • Las tendencias de crecimiento para la cantidad de aguas residuales y DBO depende de la población • Más emisiones de metano son el resultado de los aumentos en las aguas residuales tratadas. Por lo tanto, es 			

necesaria una mejor gestión de la planta de tratamiento de agua para reducir las emisiones de metano.												
Medida de mitigación 2:	Se incrementa la capacidad de tratamiento de agua del 70% al 100% en las plantas actuales. Lo cual hace que se tenga una proporción mayor de tratamiento en el caso de plantas aeróbicas											
Información para cálculo de escenario		Referencia										
Datos de actividad:	<table border="1"> <tr> <td>Distribución de tratamiento</td> <td>2030</td> </tr> <tr> <td>Planta Aeróbica</td> <td>0.396</td> </tr> <tr> <td>Laguna Aeróbica</td> <td>0.080</td> </tr> <tr> <td>Sin tratar</td> <td>0.400</td> </tr> <tr> <td>Pozo séptico</td> <td>0.164</td> </tr> </table>	Distribución de tratamiento	2030	Planta Aeróbica	0.396	Laguna Aeróbica	0.080	Sin tratar	0.400	Pozo séptico	0.164	CONAGUA
Distribución de tratamiento	2030											
Planta Aeróbica	0.396											
Laguna Aeróbica	0.080											
Sin tratar	0.400											
Pozo séptico	0.164											
Factores de emisión:	Los mismos de la medida de mitigación 1											
Consideraciones importantes:												
<ul style="list-style-type: none"> • El Factor de Emisión para el tratamiento aeróbico varía desde 0.18 hasta 0.06 kg CH₄/DBO • Planta aeróbicas aumentan la capacidad de caudal tratado desde 29.9% a 33.6% • No se ha considerado la captura y la recuperación de metano en cualquiera de los escenarios. No hay información sobre los proyectos futuros para el tratamiento de aguas residuales, según tipo y capacidad de tratamiento para realizar mejores proyecciones. 												
Referencias Completas:												
<p>IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Reporting Instructions (Volume 1), Workbook (Volume 2), Reference Manual (Volume 3)</p> <p>INE-SEMARNAT (2012). Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el Sector de Desechos. IIE para INE-SEMARNAT Convenio FPP-2011-26</p> <p>CONAGUA Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector aguas residuales en México</p> <p>CONAPO Consejo Nacional de Población. Proyecciones de Población http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones</p>												
8. Consideraciones importantes:												
Preparado por:	Agustín García	06-25-2013										
Discutido por	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández, Iván Islas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García	06-27-2013										
Revisado	Agustín García	06-28-2013										

SECTOR: Residuos		
1. Información General		
Categoría:	Quema a cielo abierto de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	
Descripción:	Emisiones de la quema a cielo abierto de RSU en áreas rurales.	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	Factor de emisión	
Base año	2010	
Contaminantes:	Carbono negro y otros contaminantes.	
Cálculos:	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de emisiones para quema a cielo abierto de RSU: $E_{QRSU} = QRSU * EF$ Donde: E_{QRSU}: Emisiones Anuales (Mg/año) QRSW: cantidad quemada de RSU (Mg/ año) EF: Factor de emisión (kg/ año) • MSW cálculo de la cantidad quemada: $QRSU = P_{ob_{rural}} * GPC * 0.4$ donde: QRSU: Quema y cantidad de residuos urbanos producidos en áreas rurales (Gg/año) $P_{ob_{rural}}$: Población rural (habitantes) GPC: Producción per cápita (kg/hab/año) 0.4: Fracción de RSU quemados en áreas rurales (INEGEI, 2013) 	
3. Información para cálculo de emisiones		
	Referencia	
Datos de actividad	Población Rural Producción per cápita de RSU Fracción de RSU quemados en áreas rurales	CONAPO, 2010 INEGI, 2012 INEGEI, 2013
Factores de emisión	$CH_4 = 3.7 \text{ g/kg}$ $CN = 0.646 \text{ g/kg}$ $PM_{2.5} = 10.5 \text{ g/kg}$ $PM_{10} = 8 \text{ g/kg}$ COVs no metano = 8.2 g/kg $CO = 45 \text{ g/kg}$ $NO_x = 3.18 \text{ kg/Mg}$ $SO_2 = 0.5 \text{ g/kg}$	Christian et al, 2010 Christian et al, 2010 Christian et al, 2010 y Yokelson et al. 2011 Lemieux et al., 2004 y EPA, 1995 Christian et al, 2010 Christian et al, 2010 Promedio aritmético (desviación estandar=0.35) of EPA, 1995; Yokelson et al., 2011; Akagi et al., 2011; Lemieux et al., 2004 y Bond et al, 2004 Promedio aritmético (desviación estandar=0.0) de EPA, 1995, Akagi et al. 2011, y Lemieux et al.

	CO ₂ = 1,367 g/kg	Christian et al, 2010
	Formaldehído = 0.62 g/kg	Christian et al, 2010
	Etileno 2.19 g/kg (as O ₃ precursor)	Christian et al, 2010
	Acetileno 0.4 g/kg (as O ₃ precursor)	Christian et al, 2010
	Cd = 0.0004633 g/kg	Christian et al, 2010
	Pb = 0.005466 g/kg	Christian et al, 2010
	As = 0.0011 g/kg	Christian et al, 2010

4. Consideraciones y supuestos

- A. El porcentaje de la población rural disminuyó en línea de base de 28.7% en 1990 al 23.2% en 2010 (CONAPO, 2010). Para 2011-2030 se considera el incremento total de la población, pero disminuye en áreas rurales.
- B. Debido a la falta de información con respecto a la cantidad de RSU que se quemaron en México, se hicieron los siguientes supuestos:
- RSU quema a cielo abierto se produce sólo en las zonas rurales
 - La fracción RSU quemada es del 40%, una estimación propuesta por el consultor INEGE

5. Ejemplo de cálculo

Las emisiones totales producidas por la quema a cielo abierto RSU en México:

Metano = 3,782.17 Gg/año X 3.7 Mg/Gg = 13,994.03 Mg/año
 Carbono negro = 3,782.17Gg/año X 0.646 Mg/Gg = 2,443.28 Mg/año
 PM_{2.5} = 3,782.17Gg/año X 10.5 Mg/Gg = 39,712.79 Mg/año
 PM₁₀ = 3,782.17Gg/año X 8 Mg/Gg = 30,257.40 Mg/año
 COV's No Metano = 3,782.17Gg/año X 8.2 Mg/Gg = 31,013.79 Mg/año
 CO = 3,782.17Gg/año X 45 Mg/Gg = 170,197.70 Mg/año
 NO_x = 3,782.17Gg/año X 3.18 Mg/Gg = 12,027.30 Mg/año
 SO₂ = 3,782.17Gg/año X 0.5 Mg/Gg = 1,891.09 Mg/año
 CO₂ = 3,782.17Gg/año X 1,367 g/kg = 5,170,23 Mg/año
 Formaldehído = 3,782.17Gg/año X 0.62 g/kg = 2,344.95 Mg/año
 Etileno = 3,782.17Gg/año X 2.19 g/kg = 8,282.95 Mg/año
 Acetileno = 3,782.17Gg/año X 0.4 g/kg = 1,512.868 Mg / año
 Cd = 3,782.17Gg/año X 0.0004633 g/kg = 1.75 Mg/año
 Pb = 3,782.17Gg/año X 0.005466 g/kg = 20.67 Mg /año
 As = 3,782.17Gg/año X 0.0011 g/kg = 4.16 Mg /año

6. Áreas de oportunidad

- Se requiere contar con datos más específicos en el ámbito municipal, con respecto a la cantidad de RSU quemados, el método disposición, composición de los residuos, las condiciones de recolección y áreas de disposición.
- Se requiere un diagnóstico detallado de los vertederos municipales en cuanto a la gestión de los RSU.
- Se recomienda el uso de un factor de emisión obtenido para México, por lo tanto, con el fin de establecer un factor de emisión regional, se requiere de un análisis de diferentes estudios y metodologías disponibles

7. Método de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	El análisis de sensibilidad. Se considera que un 60% de reducción en la generación de RSU que se queman en las zonas rurales.	
Información para el cálculo del escenario		Referencia
Datos de actividad	El factor de emisión se mantiene constante y los datos de actividad se reducen a 40% del escenario BAU 2030.	
Factor de emisión		
8. Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • El sector cuenta con una gran incertidumbre. • El INECC está desarrollando un modelo de generación y la quema de los RSU en el ámbito municipal que permitirá el seguimiento de los impactos regionales. • Los datos de actividad se están perfeccionando. • Sería conveniente utilizar factores regionales de emisión. • Sería útil discutir los supuestos para el modelaje de los escenarios de mitigación con expertos en el tema. 		
Referencias Completas:		
<p>Akagi, S.K., Yokelson, R.J., Wiedinmyer, C., Alvarado, M.J., Reid, J.S., Karl, T., Crouse, J.D., and Wennberg, P.O. 2011. Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models, <i>Atmos. Chem. Phys.</i>, 11, 4039-4072, doi:10.5194/acp-11-4039..</p> <p>Arvizu, 2013. Comunicación directa con el experto en el sector residuos del INGEI 2010. Ing. José Luis Arvizu Fernández, investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Mayo, 2013</p> <p>Christian, T. J., R. J. Yokelson, B. Cárdenas, L. T. Molina, G. Engling, and S.-C. Hsu., 2010. Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico. <i>Atmos. Chem. Phys.</i>, 10, 565–584</p> <p>CONAPO, 2010. Indicadores de población www.conapo.gob.mx</p> <p>EPA, 1995. AP 42. Section 2.5 Open Burning.</p> <p>Lemieux, P. M., Christopher C. L., and Santoianni D.A. 2004. Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. <i>Progress in Energy and Combustion Science</i> 30 (2004) 1–32</p> <p>INEGI, 2012. Censo Nacional de Residuos Sólidos Urbanos Municipales, 2010. Elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.</p> <p>INEGEI 2013,. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990- 2010</p> <p>IPCC, 2010. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5 Waste</p> <p>SEMARNAT, 2010. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 2010.</p> <p>SEMARNAT, 2012. Diagnóstico Básico para el Manejo Integral de los Residuos, 2012.</p> <p>Yokelson R. J., I. R. Burling, S. P. Urbanski, E. L. Atlas, K. Adachi, P. R. Buseck, C. Wiedinmyer, S. K. Akagi, D. W. Toohey, and C. E. Wold. 2011. Trace gas and particle emissions from open biomass burning in Mexico. <i>Atmos. Chem. Phys.</i>, 11, 6787–6808.</p>		
9. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández	06-26-2013
Discutido por	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández, Iván Islas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García	06-27-2013
Revisado	Fabiola Ramírez	07-02-2013

SECTOR: RESIDUOS

1. Información General

Categoría:	Rellenos Sanitarios
Descripción:	Emisiones de metano de rellenos sanitarios para la disposición de residuos sólidos (RSU)

2. Método de estimación de línea base

Método:	Descomposición de primer orden (DPO) nivel 2 (IPCC, 2006)
Año base de estimación:	2010
Contaminantes:	CH ₄ (metano)

Algoritmo de cálculo:	<p>$RSU = P_{ob} * RSU_{pc} * 365$</p> <p>Donde: RSU: Generación total de residuos sólidos urbanos (RSU) (kg/año) Pob: Población total (personas) RSU_{pc}: Generación per cápita de RSU (Kg / persona / día)</p> <p>$DSW_i = (RSU * 0.7) * C_i RSU / 100$</p> <p>Donde: DWS_i: Fracción de i RSU para la disposición final (kg) RSU: Generación total de RSU_i (kg) 0.7: Fracción de basura desechada en rellenos sanitarios o sitios controlados C_iRSU: Composición de i residuos i: Tipo de residuo</p> <p>$MCF = (RSU_{sup}(0.4)) + (RSU_{prof}(0.8)) + (RSU_{rs}(1)) + (RSU_{sca}(0.5)) + (RSU_{ssc}(0.6))$</p> <p>Donde: MCF: Fracción de CH₄ de RSU en rellenos sanitarios RSU_{sup}: Proporción de RSU dispuestos en sitios no controlados en la superficie RSU_{prof}: Proporción de RSU en sitios no controlados con profundidad RSU_{rs}: Proporción de RSU en rellenos sanitarios RSU_{sca}: Proporción de RSU en sitios con control semiaeróbico RSU_{ssc}: Proporción de RSU en sitios sin categorizar</p> <p>$DDOC_m = DWS_i * DOC_i * DOC_f * MCF$</p> <p>Donde: DDOC_m: Fracción depositada de carbón orgánico degradado. DWS_i: Cantidad de i RSU para disposición final (kg) DOC_i: Carbón orgánico degradado de i (Gg C/Gg waste) (IPCC, 2010) DOC_f: Carbón orgánico degradado "distinto" (IPCC, 2010) f = Fracción en el gas de volumen de CH₄ en rellenos sanitarios MCF: Fracción de CH₄ de i en rellenos sanitarios</p> <p>$DDOC_m = DDOC_m * \exp(-k * ((13-M)/12))$</p>
------------------------------	--

	<p>Donde: $DDOC_m$: Fracción de carbón orgánico degradado depositado M = Proceso de inicio en el año de la deposición. Mes (IPCC,2010) K = Tasa constante de generación de metano (1/año) (IPCC,2010)</p> <p>$DDOC_{m\ SWDS} = (DDOC_{m(t-1)} + DDOC_{mnr}) * (exp(-k))$ Donde: $DDOC_{m\ SWDS}$ = Fracción de carbón orgánico acumulado en el sitio de disposición final</p> <p>$DOC_{m\ di} = DDOC_{m\ SWDS(t-1)} (1 - exp(-k))$ Donde: $DOC_{m\ di}$: Fracción de carbón orgánico degradada (IPCC, 2010)</p> <p>$CH_{4i} = DOC_{m\ di} * (16/12) * FCH_4$ Donde: CH_{4i}: Emisiones de metano de residuo <i>i</i> (kg) $DOC_{m\ di}$: Fracción de carbón orgánico degradada (IPCC, 2006) 16/12: Equivalencia entre la masa atómica del CH₄ y el Carbono FCH₄: Fracción de metano (IPCC, 2006)</p> <p>$CH_4 = (\sum CH_{4i}) - CH_{4rec} * (1 - CH_4Oxidized)$ Donde: CH₄: Emisiones de metano CH_{4i}: Emisiones totales de metano del residuo <i>i</i> (kg) CH_{4rec}: Metano recuperado de rellenos (kg) CH₄Oxidado: Fracción de CH₄ oxidada (%) <i>i</i>: tipo de residuos</p>																
3. Información para el cálculo de emisiones																	
Datos de actividad	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="446 1199 1078 1251"></th> <th data-bbox="1078 1199 1424 1251">Referencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="446 1251 1078 1283">Población (1990-2030)^a</td> <td data-bbox="1078 1251 1424 1283">a. CONAPO, 2010</td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1283 1078 1314">Generación total de RSU^b</td> <td data-bbox="1078 1283 1424 1314">b. INEGI, 2012</td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1314 1078 1346">Fracción de RSU para disposición final^c</td> <td data-bbox="1078 1314 1424 1346">c. SEMARNAT, 2012</td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1346 1078 1377">Fracción de CH₄ de <i>i</i> en rellenos sanitarios^e</td> <td data-bbox="1078 1346 1424 1377">d. IPCC, 2010</td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1377 1078 1409">Emisiones de metano para cada residuo^d</td> <td data-bbox="1078 1377 1424 1409">e. INEGI, 2013</td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1409 1078 1440">CH₄ recuperado [kg]^e</td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="446 1440 1078 1472">Fracción de oxidación de CH₄^d</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Referencia	Población (1990-2030) ^a	a. CONAPO, 2010	Generación total de RSU ^b	b. INEGI, 2012	Fracción de RSU para disposición final ^c	c. SEMARNAT, 2012	Fracción de CH ₄ de <i>i</i> en rellenos sanitarios ^e	d. IPCC, 2010	Emisiones de metano para cada residuo ^d	e. INEGI, 2013	CH ₄ recuperado [kg] ^e		Fracción de oxidación de CH ₄ ^d	
	Referencia																
Población (1990-2030) ^a	a. CONAPO, 2010																
Generación total de RSU ^b	b. INEGI, 2012																
Fracción de RSU para disposición final ^c	c. SEMARNAT, 2012																
Fracción de CH ₄ de <i>i</i> en rellenos sanitarios ^e	d. IPCC, 2010																
Emisiones de metano para cada residuo ^d	e. INEGI, 2013																
CH ₄ recuperado [kg] ^e																	
Fracción de oxidación de CH ₄ ^d																	
Factor de emisión	IPCC, 2006 con datos nacionales (Nivel 2)																
4. Consideraciones y supuestos																	
<ul style="list-style-type: none"> • Para línea base, los supuestos y consideraciones se alinean con la metodología IPCC (2010) “Método de Descomposición de Primer Orden” • Para las proyecciones se supone: <ul style="list-style-type: none"> ○ La generación per cápita de RSU crece a una tasa anual de 1.3%, con base al crecimiento observado durante el periodo 1990-2010 ○ La fracción de RSU para disposición final y la composición de los RSU se mantienen constante a partir del año 2010 ○ A partir del año 2003, el metano recuperado en rellenos sanitarios se mantiene constante. 																	

5. Ejemplo de cálculo

Para año 2010

$$RSU = (114,289,406 \text{ hab} * 0.977 \text{ Kg/hab/day} * 365 \text{ days}) / 1,000,000 = 40,756.17 \text{ Gg/año}$$

$$DSW_{\text{food}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 35/100 = 10,144.02 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{jardineria}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 12/100 = 3,546.05 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{papel}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 19/100 = 5,377.20 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{wood}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 2/100 = 465.06 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{textil}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 7/100 = 2,150.88 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{nappy}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 9/100 = 2,470.61 \text{ Gg}$$

$$DSW_{\text{plásticos}} = (40,756.17 \text{ Gg/año} * 0.7) * 17/100 = 4,883.03 \text{ Gg}$$

$$MCF = (0.04 * 0.4) + (0 * 0.8) + (0.62 * 1) + (0.08 * 0.5) + (0.25 * 0.6) = 0.83$$

$$DDOC_{\text{food}} = 10,144.02 \text{ Gg} * 0.4295 * 0.5 * 0.83 = 1,791.8356 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{jardineria}} = 3,546.05 \text{ Gg} * 0.11 * 0.5 * 0.83 = 160.421319 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{papel}} = 5,377.20 \text{ Gg} * 0.1485 * 0.5 * 0.83 = 328.403478 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{wood}} = 465.06 \text{ Gg} * 0.0104 * 0.5 * 0.83 = 1.98912872 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{textil}} = 2,150.88 \text{ Gg} * 0.0105 * 0.5 * 0.83 = 9.28817918 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{nappy}} = 2,470.61 \text{ Gg} * 0.052 * 0.5 * 0.83 = 52.8362316 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr food}} = 1,791.8356 * 1 = 1,791.8356 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr garden}} = 160.421319 * 1 = 160.421319 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr papel}} = 328.403478 * 1 = 328.403478 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr wood}} = 1.98912872 * 1 = 1.98912872 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr textil}} = 9.28817918 * 1 = 9.28817918 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{mnr nappy}} = 52.8362316 * 1 = 52.8362316 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS food}} = (7,891.70965 + 1,791.8356) * 0.83110428 = 8,350.6693 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS garden}} = (980.362714 + 160.421319) * 0.9 = 1047.49019 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS papel}} = (2,843.53815 + 328.403478) * 0.94 = 3,006.34685 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS wood}} = (35.2036745 + 1.98912872) * 0.97 = 36.1523774 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS textil}} = (74.1596784 + 9.28817918) * 0.94 = 79.1291341 \text{ Gg}$$

$$DDOC_{\text{m SWDS nappy}} = (322.891445 + 52.8362316) * 0.90 = 345.000493 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d food}} = 7,891.70965 * (1 - 0.83110428) = 1,332.87595 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d garden}} = 980.362714 * (1 - 0.9) = 93.2938471 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d papel}} = 2,843.53815 * (1 - 0.94) = 165.59477 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d wood}} = 35.2036745 * (1 - 0.97) = 1.04042582 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d textil}} = 74.1596784 * (1 - 0.94) = 4.31872346 \text{ Gg}$$

$$DOCM_{\text{d nappy}} = 322.891445 * (1 - 0.90) = 30.7271836 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{food}} = 1,332.87595 * (16/12) * 0.5 = 888.583969 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{garden}} = 93.2938471 * (16/12) * 0.5 = 62.1958981 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{papel}} = 165.59477 * (16/12) * 0.5 = 110.396513 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{wood}} = 1.04042582 * (16/12) * 0.5 = 0.69361721 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{textil}} = 4.31872346 * (16/12) * 0.5 = 2.87914897 \text{ Gg}$$

$$CH_4_{\text{nappy}} = 30.7271836 * (16/12) * 0.5 = 20.4847891 \text{ Gg}$$

$$CH_4 = (888.583969 + 62.1958981 + 110.396513 + 0.69361721 + 2.87914897 + 20.4847891) - (1) * (1 - 0.1) \\ = 975.81 \text{ Gg}$$

6. Áreas de oportunidad

- Realizar estudios específicos para la determinación de valores de DOC para las condiciones de México.
- Mejorar estadísticas regionales sobre la disposición de RSU
- Analizar las diferencias entre la generación per cápita de RSU a nivel regional y desarrollar más estudios sobre las diferencias en la composición de los RSU.

7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Incremento de programas de separación de RSU y de 3Rs (reducir, reusar y reciclar)	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad	Reducción de un 60% del promedio diario de generación per cápita (0.75 kg/habitante/día a 2030)	Grupo de trabajo del INECC y MCE2 en el sector residuos
Factor de emisión	Los mismos que en el escenario BAU.	
Consideraciones importantes:		
Se fija como meta la reducción en un 60% de la generación total de RSU para 2030. Esta meta supone que los RSU se separan de manera correcta, permitiendo la reutilización y el reciclaje, disminuyendo la generación per cápita.		
Medida de mitigación 2:	Promover la recuperación de metano en rellenos sanitarios para la generación de energía eléctrica	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad	Los mismos que el escenario 1. Se captura el 30% del metano generado en rellenos sanitarios para 2030.	Grupo de trabajo INECC-MCE2.
Factor de emisión	Los mismos que en el escenario BAU.	
Consideraciones importantes:		
Además de la reducción en la generación per cápita de los RSU, se captura el metano generado por el 30% de los RSU totales.		
Referencias Completas:		
<p>CONAPO, 2010. Indicadores de población www.conapo.gob.mx</p> <p>INEGI, 2012. Censo Nacional de Residuos Sólidos Urbanos Municipales, 2010. Elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.</p> <p>IPCC, 2006. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5 Waste</p> <p>INEGI 2013. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990- 2010.</p> <p>SEMARNAT, 2012. Diagnóstico Básico para el Manejo Integral de los Residuos, 2012.</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández	06-26-2013
Discutido por	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández, Iván Islas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García	06-27-2013
Revisado	Thalia Hernández	07-01-2013

3. Incendios Forestales

SECTOR: INCENDIOS FORESTALES						
1. Información General						
Categoría:	Incendios forestales					
Descripción:	Incendios en áreas forestales según tipo de vegetación (pastizal, matorral y arbusto, arbolado adulto, renuevo)					
2. Método de estimación de línea base						
Método:	Factores de emisión de quemas forestales					
Año base de estimación	2010					
Contaminantes:	CH ₄ , CN					
Método de estimación:	$E = (Q \times FE)$ Donde: <i>E = Emisiones anuales del contaminante (i) (Mg/año)</i> <i>Q = Hectáreas de bosque incendiadas (Ha/año)</i> <i>FE = Factor de emisión del contaminante (i) (Mg/Ha)</i>					
3. Información para la estimación de emisiones						Referencia
Datos de actividad	Tipo de vegetación (hectáreas incendiadas)	Pastizal	Arbolado adulto	Renuevo	Arbusto y matorral	CONAFOR, varios años
	2010	51,513	6,372	5,882	50,957	
Factor de emisión		Pastizal	Arbolado adulto	Renuevo	Arbusto y matorral	INEM, 2008
	PM _{2.5}	0.135	0.237	0.001	0.066	
	CH ₄	0.064	0.103	0.000	0.031	
	CN	0.072*Partículas PM _{2.5} ; Factor de emisión[kg/ha]				
4. Consideraciones y supuestos						
<ul style="list-style-type: none"> Para las proyecciones, se consideró que la superficie afectada por incendios forestales mantendría el crecimiento histórico mostrado entre 2003-2012 por tipo de vegetación: pastizal: 8.6%; arbolado adulto: -16.9%; renuevo: -4.4%; arbustos y matorrales: -2.6%. 						
5. Ejemplo de cálculo						
Emisiones de CH ₄ por pastizales: 51,513 ha x 0.064 (Mg/ha) = 3,296.8 Mg.						
6. Áreas de oportunidad						
<ul style="list-style-type: none"> Debido a las actuales medidas de mitigación y prevención, se desconoce el comportamiento futuro de los incendios forestales. Debido al cambio climático, no se puede predecir la intensidad y recurrencia de los incendios forestales en ciertas áreas. 						

7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	La NOM-015 SEMARNAT SAGARPA sobre especificaciones técnicas y Métodos de uso del fuego en terrenos forestales y tierras agrícolas se refuerzan. Con esta medida se consigue una reducción del 25% de los incendios con origen agrícola.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	En 2030 el 25% de los incendios forestales con origen agrícola son controlados	Cálculos a partir de CONAFOR
Factor de emisión	Los factores de emisión se mantienen constantes al BAU.	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Se supone que el origen de los incendios agrícolas es constante en el tiempo. • El 25% de reducción de los incendios forestales se distribuye uniformemente entre todos los tipos de bosques. 		
Medida de mitigación 2:	Se refuerza la NOM-015 SEMARNAT SAGARPA que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario y con ello se reducen los incendios de origen agrícola e intencional	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	El 34% de la superficie afectada por los incendios forestales previstos en 2030 se controla y no se quema. Sólo los incendios se mantienen en el 66% de la superficie afectada por los incendios forestales en 2030.	Cálculos a partir de CONAFOR
Factor de emisión	Los factores de emisión se mantienen constantes al BAU.	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sonora (75.202 ha), Chihuahua (51 903 ha), Durango (51,626 ha), Coahuila (32,189 ha), Baja California (27 301 ha) representaron el 68,5% del total de hectáreas afectadas por incendios forestales en 2010. Se consigue una disminución en un 50% de la superficie afectada por los incendios forestales en estos cinco estados (34% del área afectada en los cinco estados). • Se supone que los incendios forestales mantener constante su intensidad y el impacto. Además se supone que los 5 estados concentran 68,5% de los incendios en México históricamente. • La reducción de 34% se distribuye de manera uniforme entre todos los tipos de bosques. 		
Referencias Completas:		
<p>CONAFOR. Reporte de incendios forestales, estadísticas a nivel nacional y por entidad. Varios años. Available at http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/transparencia-y-rendicion-de-cuentas/transparencia-focalizada/programa-incendios-forestales</p> <p>SEMARNAT 2013. Inventario Nacional de Emisiones 2008. Datos preliminares.</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Ina Salas	06-25-2013
Discutido por	Fabiola Ramírez, Thalia Hernández, Iván Islas, Ina Salas, Agustín García	06-27-2013

4. Extracción y distribución de combustibles fósiles

SECTOR: Extracción y distribución de combustibles fósiles	
1. Información General	
Categoría:	Emisiones del sector de petróleo y gas
Descripción:	Emisiones de metano por emisiones fugitivas y emisiones de carbono negro por quemadores
2. Método de estimación de línea base	
Método:	Obtención de emisiones CO ₂ eq de CH ₄ y CN reportados por PEMEX.
Año base:	2010
Contaminantes:	CH ₄ y CN
Algoritmo de cálculo:	<ul style="list-style-type: none"> • Metano Emisiones Fugitivas y Venteadas $E = (E_{CO_2eq}) \times 1,000 / (21)$ Donde: $E = \text{Emisiones anuales de metano (Gg/año)}$ $E_{CO_2eq} = \text{Emisiones de CO}_2\text{eq (Tg/año)}$ $21 = \text{Global Warming Potential del metano a CO}_2\text{eq}$ • Emisiones de Metano del quemador $E = (E_{CO_2eq}) \times F_{CH_4} \times 1,000 / 21$ Donde: $E = \text{emisiones anuales de metano (Gg/año)}$ $E_{CO_2eq} = \text{Emisiones de CO}_2\text{eq (Tg/año)}$ $F_{CH_4} = \text{Fracción de metano que se emite de los quemadores (0.0007)}$ $21 = \text{Global Warming Potential del metano a CO}_2\text{eq}$ $F_{CH_4} = 21 FE_{CH_4} (1-EF) / (FE_{CO_2} EF + 21 FE_{CH_4} (1-EF))$ $EF = \text{Eficiencia del quemador (95\%)}$ $F_{CH_4} = 0.0007$ Donde F_{CH_4} $F_{CH_4} = 21 FE_{CH_4} (1-EF) / (FE_{CO_2} EF + 21 FE_{CH_4} (1-EF))$ $EF = \text{eficiencia del quemador (95\%)}$ $F_{CH_4} = 0.0007$ • Emisiones de Carbono negro del quemador $E_{CN} = E_{CO_2eq} / (0.95 EF_{CO_2} \times 0.05 EF_{CH_4}) \times EF_{CN}$ Donde: $E_{CN} = \text{emisiones anuales de carbono negro (Gg/año)}$ $E_{CO_2eq} = \text{Emisiones de CO}_2\text{eq (Tg/año)}$ $EF_{CN} = \text{Factor de emisión de carbono negro (kg CN/Gg)}$ $EF_{CO_2} = \text{Factor de emisión CO}_2 \text{ (Gg CO}_2\text{e} / 10^6 \text{ m}^3 \text{ gas)}$ $EF_{CH_4} = \text{Factores de emisión metano (Gg CO}_2\text{e} / 10^6 \text{ m}^3 \text{ gas)}$

3. Información para el cálculo de emisiones		Referencia
Datos de actividad	Emisiones de CO ₂ -eq de 2010 <ul style="list-style-type: none"> • PEP (Tg/año) Emisiones Fugitivas 1.84 Emisiones Venteadas 2.18 Emisiones por quemador 53.07 • PREF Emisiones Fugitivas 0.02 Emisiones por quemador 0.54 • PGPB Emisiones Fugitivas 0.59 Emisiones Venteadas 2.10 Emisiones por quemador 0.09 • PPQ Emisiones Fugitivas 0.00 Emisiones Venteadas 2.78 Emisiones por quemador 0.014 	PEMEX
Factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> • FE_{CO2} = 0.0012 Gg/1,000,000 m^{3a} • FE_{CH4} = 7.6E-7 Gg/1,000,000 m^{3a} • FE_{CN} = 510 kg/1,000m^{3b} • CN = 425,000 kg Carbón Negro/Tg CO₂^b • CO₂e = 21CH₄ 	^a IPCC, 2006 ^b McEwen & Johnson [2012] GWP factor
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • PEMEX reporta proyectar las emisiones de GEI para el período 2010-2026 en unidades de CO₂ equivalente. A partir de estos datos se estima el Carbo Negro y metano a través de las fórmulas previamente propuestas. • Para el período 2027-2030 la proyección se realiza en base a la tasa de crecimiento anual compuesta para el período 2016-2026 para el total de cada tipo de emisiones: carbono negro y el metano. • Las emisiones de venteo y emisiones fugitivas son considerados como 100% de metano. • El proceso de la combustión de gas natural tiene una eficiencia de 95%. Es decir, 5% de las emisiones del quemador es el metano. • Los factores de emisión utilizados tienen una gran incertidumbre (± 75%). 		
5. Ejemplo de cálculo		
Emisión de metano las emisiones por venteo PEP: $E_{CH_4} = 1.84 \text{ Tg} \times 1,000 \text{ Gg/Tg} / (21) = 87.5 \text{ Gg CH}_4$ Emisión de Metano y Carbon Negro por quemador PEP: $E_{CH_4} = 53.07 \text{ Tg} \times 1,000 \text{ Gg/Tg} / (21) * 0.0007 = 1.769 \text{ Gg CH}_4$ $E_{CN} = 53.07 \text{ Tg} \times 447,055 \text{ kg Carbón Negro/Tg} = 2.37e+07 \text{ kg}$		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los factores de emisión de carbono negro de quemadores de PEMEX. Hasta ahora, esto se ha hecho para un quemador en Poza Rica. • Reducir la incertidumbre asociada con el Factor de Emisión utilizado en los cálculos. • Identificar las emisiones de SO₂ en las estimaciones futuras. Estas cuestiones tienen implicaciones para la salud de los residentes locales. 		

7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Aumentar la inyección de gas natural en el pozo de 90% a 98% para los procesos de producción.	
Información para cálculo de escenario		Referencia: PEMEX
Datos de actividad:	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones de CO₂e de PEP en 2010 (Tg/año) Emisiones Fugitivas 1.85 Emisiones Venteadas 2.18 Emisiones por quemador 22.29 Emisiones CO₂e de PEP en 2030 (Tg/año) Emisiones Fugitivas 2.31 Emisiones Venteadas 5.06 Emisiones por quemador 7.41 	PEMEX
Factor de emisión:	Control de emisiones se obtiene a través de inyección de gas inyectado en los sectores de Pemex Exploración y Producción.	
Consideraciones importantes: <ul style="list-style-type: none"> La reducción de las emisiones proviene del gas inyectado en exploración y producción de PEMEX 		
Medida de mitigación 2:	No se tiene medida de mitigación 2	
Referencias Completas:		
<p>IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4: Fugitive Emissions. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf.</p> <p>McEwen, J.D.N. and Johnson, M.R. (2012): Black Carbon particulate matter emission factor for buoyancy-7 driven associated gas flares. Journal of the Air and Waste Management Association, 62, pp. 307-321</p> <p>PEMEX Gerencia de Desarrollo Sustentable, Subdirección de Planeación Estratégica y Operativa, Dirección Corporativa de Operaciones, Petróleos Mexicanos</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Agustín García	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Jordi Tovilla, Santa Centeno,	06-26-2013
	Gloria, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín	07-03-2013
	García, Carolina Inclán	07-26-2013
Revisado	Agustín García	06-28-2013
		07-27-2013

SECTOR: Extracción y distribución de combustibles fósiles		
1. Información General		
Categoría:	Actividad minera de carbón.	
Descripción:	Emisiones de metano provenientes extracción minera de carbón, superficial y subterránea.	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	IPCC-1996 Factores de emisión	
Año base:	2010	
Contaminantes:	Metano	
Cálculo:	<p><i>Emisiones Totales</i></p> $E_T = \sum E_i$ $E_i = \text{Actividad} \times FE_i$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> E_T = Emisiones totales de metano por las actividades de extracción de carbón. E_i = Emisiones anuales de metano por actividad (Mg/ año) <i>Actividad</i> = Producción de carbón (Mg) <i>FE</i> = Factor de emisión (kgCH₄/Mg) 	
3. Información para cálculo de emisiones		Referencia
Datos de actividad	Producción de carbón en 2010 Minas a cielo abierto (1,000 t), 4, 498.8 Minas subterráneas (1,000 t), 23,066.2	INEGEI 2013, USGS, 2010
Factores de emisión	Minas a cielo abierto : Extracción 1.2m ³ /Mg =0.804 kgCH ₄ /Mg Post-proceso : 0.1 m ³ /Mg =0.067 kgCH ₄ /Mg Subterráneas: Extracción 17.5m ³ /Mg =11.725 kgCH ₄ /Mg Post- proceso : 2.45 m ³ /Mg =1.642 kgCH ₄ /Mg	IPCC, 1996
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • La producción se mantiene constante (como 2010) para todo el periodo de 2010 a 2030. • Se incluye la producción histórica 1990-2010. • Todo el producto de extracción entra en el proceso de postproducción. • En el período 1990-2010 INEGI considera que las minas a cielo abierto representan el 40% de la producción de carbón térmico y minas subterráneas el 60%. Las minas subterráneas producen carbón siderúrgico. 		
5. Ejemplo de cálculo		
Minas a cielo abierto :		
Extracción	= (0.804 kg CH ₄ /Mg)*((4, 498.8 Gg Carbón*1000) = 3,617 MgCH ₄	
Post	= (0.067 kg CH ₄ /Mg)*((4, 498.8 Gg Carbon*1000) = 301.4 MgCH ₄	

<ul style="list-style-type: none"> Minas subterráneas 		
Extracción	= (11.725 kg CH ₄ /Mg)*(23,066.2 Gg Carbón*1,000)	= 270,451.2 MgCH ₄
Post	= (1.642 kg CH ₄ /Mg)*(23,066.2 Gg Carbón*1,000)	= 37,874.7 MgCH ₄
Emisiones totales	= 312,244.3 MgCH ₄	
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> Generar más información desagregada para México en las actividades mineras. Identificar el equipo usado durante las operaciones mineras en México y aplicar el factor de emisión adecuado. Trabajar en una actualización para la aplicación de la metodología IPCC 2006. 		
7. Método de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Se realizó un análisis de sensibilidad considerando la implementación de la tecnología para la captura de metano de minas de carbón.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	Los mismos datos que la línea base de 2010. Una captura de 15% de las emisiones de CH ₄ en las actividades de minería y post mineras.	Consideración por Grupo de Trabajo, INECC MCE2 de este proyecto
Factor de emisión:	Los mismos de la línea base.	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> Las reducciones son estimaciones para la evaluación de la sensibilidad. En la actualidad no hay estudios que confirmen estas capacidades de captura. No existe una política específica para el sector, pero teniendo en cuenta su importancia en términos de emisiones de CH₄ mitigación este posible escenario tendría que ser revisado. 		
Medida de mitigación 2:	75,000 Mg de metano son capturados en la minería subterránea y 7,500 Mg en el procesamiento posterior	
Información para el cálculo del escenario		Referencia
Datos de actividad:	Los mismos datos de la línea de base de 2010. Una captura de 20% de las emisiones de CH ₄ en las actividades de minería y post mineras.	Consideración por Grupo de Trabajo, INECC MCE2 de este proyecto
Factores de emisión:	Los mismos de la línea base.	
Consideración importante:		
<ul style="list-style-type: none"> Las reducciones son estimaciones para la evaluación de la sensibilidad. En la actualidad no hay estudios que confirmen estas capacidades de captura. No existe una política específica para el sector, pero teniendo en cuenta su importancia en términos de emisiones de CH₄ mitigación este posible escenario tendría que ser revisado. 		

Referencias Completas:

INEGI 2013. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990- 2010

IPCC 1996 Tier 1 default values reference manual, vol. III, PICC, 1996, Ec. 1, Ec. 4, Ec. 3., pp. 1.105, 1.108 y 1.110.

USGS Minerals Añobook of Mexico 2010 available from
<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2010/myb3-2010-mx.pdf>

8. Consideraciones importantes:

Preparado por:	Agustín García	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Jordi Tovilla, Santa Centeno, Gloria, Ina Salas, Agustín	06-26-2013
Revisado	Jordi Tovilla, Agustín García	06-28-2013

SECTOR: Extracción y distribución de combustibles fósiles																													
1. Información General																													
Categoría:	Fugitivas de producción de coque de carbón																												
Descripción:	Emisiones de carbono negro provenientes de la producción de coque de carbón.																												
2. Método de estimación de línea base																													
Método:	Factor de emisión																												
Año base:	2010																												
Contaminantes:	Carbono Negro (CN) , carbón orgánico, COVNM, NH ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , CH ₄ , CO ₂																												
Algoritmo de cálculo:	$E_i = Actividad \times EF$ Donde: E_i = Emisiones anuales de carbono negro (Mg/año) $Actividad$ = Producción de coque de carbono (Mg) EF = Factor de emisión (kg CN /Mg)																												
3. Información para cálculo de emisiones		Referencia																											
Datos de actividad	Producción de coque en 2010 2,105 Gg	SENER 2012																											
Factores de emisión	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>kg/Mg</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO2 no biogénico</td> <td>560^a</td> <td>^a IPCC, 2006</td> </tr> <tr> <td>Metano</td> <td>0.0001^a</td> <td>^b Bond et al. 2004</td> </tr> <tr> <td>Carbono Orgánico</td> <td>0.46^b</td> <td>^c EMEP/EEA</td> </tr> <tr> <td>Carbono Negro</td> <td>0.65^b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PM25</td> <td>4.8^b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PM10</td> <td>5.6^b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Amoníaco</td> <td>0.99^c</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Compuestos Orgánicos Volátiles no metano</td> <td>0.017^c</td> <td></td> </tr> </table>		kg/Mg		CO2 no biogénico	560 ^a	^a IPCC, 2006	Metano	0.0001 ^a	^b Bond et al. 2004	Carbono Orgánico	0.46 ^b	^c EMEP/EEA	Carbono Negro	0.65 ^b		PM25	4.8 ^b		PM10	5.6 ^b		Amoníaco	0.99 ^c		Compuestos Orgánicos Volátiles no metano	0.017 ^c		
	kg/Mg																												
CO2 no biogénico	560 ^a	^a IPCC, 2006																											
Metano	0.0001 ^a	^b Bond et al. 2004																											
Carbono Orgánico	0.46 ^b	^c EMEP/EEA																											
Carbono Negro	0.65 ^b																												
PM25	4.8 ^b																												
PM10	5.6 ^b																												
Amoníaco	0.99 ^c																												
Compuestos Orgánicos Volátiles no metano	0.017 ^c																												
4. Supuestos y consideraciones																													
<ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene la producción del 2010 durante todo el período 2010-2030 • Hay incertidumbre en los factores de emisión • La intensidad energética del coque se considera como 37.7 Gg / PJ • El factor de emisión es utilizado para la producción y los hornos de coque. • Debido a que la industria acerera en México está registrada como industria limpia, se considera que los hornos de coque son mejorados y tienen controles de emisión. 																													
5. Ejemplo de cálculo																													
CO ₂	560kg/Mg x 2,105Gg	= 1,178,800 Mg																											
Metano	0.0001 kg/Mg x 2,105Gg	= 0.2105 Mg																											
Carbono Orgánico	0.46 kg/Mg x 2,105 Gg	= 968.3 Mg																											
Carbono Negro	0.65 kg/Mg x 2,105 Gg	= 1,368.25 Mg																											
PM ₂₅	4.8 kg/Mg x 2,105 Gg	= 10,104 Mg																											
PM ₁₀	5.6 kg/Mg x 2,105 Gg	=1,1788 Mg																											
Amoniaco	0.99 kg/Mg x 2,105 Gg	= 2,083.95 Mg																											
COVNM	0.017 kg/Mg x 2,105 Gg	= 35.8 Mg																											

6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una información más detallada para aplicar el factor de emisión por tecnología. • Desarrollar factores de emisión para equipos que operan en México. 		
7. Método de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	No se consideran medidas de mitigación para este sector	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Hornos de coque en México tienen controles de emisión y se clasifican como hornos mejorados, Industria del hierro y acero tiene un sello de "Industria Limpia". • Hornos de coque en México tienen las tecnologías estrictas de control de emisiones, por lo tanto, los hornos de coque son considerados como "mejorados". 		
Referencias Completas:		
<p>EMEP/EEA Air pollutant emissions inventory guidebook (2009) http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009</p> <p>Bond, Tami C., David G. Streets, Kristen F. Yarber, Sibyl M. Nelson, Jung-Hun Woo, and Zbigniew Klimont. 2004 "A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion" J. Geo. Phys. Res. 109 D14203.</p> <p>IPCC 2006 Tier 1 default values for coke production</p> <p>SENER 2012, Balance Nacional de Energía 2011</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Agustín García	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Jordi Tovilla, Santa Centeno, Gloria, Ina Salas, Agustín García	06-26-2013
Revisado	Agustín García	07-02-2013

5. Procesos Industriales

SECTOR: PROCESOS INDUSTRIALES																					
1. Información General																					
Categoría:	Fundición de Metales																				
Descripción:	Emisiones por la producción de arrabio																				
2. Método de estimación de línea base																					
Método:	Factores de emisión																				
Año base:	2010																				
Contaminantes:	PM ₁₀ , PM _{2.5} , Carbono Negro, Carbono Orgánico																				
Algoritmo de cálculo:	$E_i = Actividad \times EF_i$ Donde: E_i = Emisiones anuales del compuesto i (Mg/año) $Actividad$ = Producción de arrabio (Mg) EF_i = Factor de emisión del compuesto i (kg /Mg)																				
3. Información para cálculo de emisiones																					
Datos de actividad	Producción de acero 2010: 4 580 Mg																				
Factores de emisión	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">kg/Mg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbón Orgánico</td> <td style="text-align: center;">0.001^b</td> </tr> <tr> <td>Carbono Negro</td> <td style="text-align: center;">0.004^b</td> </tr> <tr> <td>PM_{2.5}</td> <td style="text-align: center;">0.5^a</td> </tr> <tr> <td>PM₁₀</td> <td style="text-align: center;">1.0^a</td> </tr> </tbody> </table>		kg/Mg	Carbón Orgánico	0.001 ^b	Carbono Negro	0.004 ^b	PM _{2.5}	0.5 ^a	PM ₁₀	1.0 ^a										
	kg/Mg																				
Carbón Orgánico	0.001 ^b																				
Carbono Negro	0.004 ^b																				
PM _{2.5}	0.5 ^a																				
PM ₁₀	1.0 ^a																				
Referencia																					
	INEGI, USGS																				
	a) EMEP/Corinari (2007) b) Bond et al. 2004 (Tabla 9)																				
4. Consideraciones y supuestos																					
<ul style="list-style-type: none"> Las proyecciones de producción de arrabio a partir de 2010 se obtiene multiplicando la producción de acero anual previsto por CANACERO y la media móvil de la cuota de participación que tiene el arrabio en la producción de acero. La media móvil se calcula con la participación histórica que tiene el arrabio en la producción de acero en un período de 15 años anteriores al Año de cálculo, con base en datos de INEGI y, que consideran los pronósticos. 																					
5. Ejemplo de cálculo																					
	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Kg/Mg</th> <th style="text-align: center;">Mg</th> <th style="text-align: center;">kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbón Orgánico:</td> <td style="text-align: center;">0.001 x</td> <td style="text-align: center;">4,580,000 =</td> <td style="text-align: center;">4,580</td> </tr> <tr> <td>Carbono Negro:</td> <td style="text-align: center;">0.004 x</td> <td style="text-align: center;">4,580,000 =</td> <td style="text-align: center;">18,320</td> </tr> <tr> <td>PM_{2.5}:</td> <td style="text-align: center;">0.5 x</td> <td style="text-align: center;">4,580,000 =</td> <td style="text-align: center;">2,290,000</td> </tr> <tr> <td>PM₁₀:</td> <td style="text-align: center;">1 x</td> <td style="text-align: center;">4,580,000 =</td> <td style="text-align: center;">4,580,000</td> </tr> </tbody> </table>		Kg/Mg	Mg	kg	Carbón Orgánico:	0.001 x	4,580,000 =	4,580	Carbono Negro:	0.004 x	4,580,000 =	18,320	PM _{2.5} :	0.5 x	4,580,000 =	2,290,000	PM ₁₀ :	1 x	4,580,000 =	4,580,000
	Kg/Mg	Mg	kg																		
Carbón Orgánico:	0.001 x	4,580,000 =	4,580																		
Carbono Negro:	0.004 x	4,580,000 =	18,320																		
PM _{2.5} :	0.5 x	4,580,000 =	2,290,000																		
PM ₁₀ :	1 x	4,580,000 =	4,580,000																		

6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Los factores de emisión se pueden identificar para los equipos en operación en México. • Se necesita información más desagregada para procesos y para el agente reductor. 		
7. Método de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	No se considera una medida de mitigación en este sector.	
Información para el cálculo del escenario		Referencia
Datos de actividad:		
Factor de emisión:		
Consideraciones Importantes:		
La industria del acero en México posee un registro oficial de industria limpia.		
Referencias Completas:		
<p>EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 Disponible en: http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5/</p> <p>Bond, T. C., Streets, D. G., Yarber, K. F., Nelson, S. M., Woo, J.-H., and Klimont, Z.: A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion, <i>J. Geophys. Res.</i>, 109, D14203, doi:10.1029/2003JD003697, 2004</p> <p>INEGI, La industria siderúrgica en México 1996, cuadro 2.8-1990-1995.</p> <p>INEGI, La industria siderúrgica en México 2001, cuadro 2.2.2.1995-2000.</p> <p>INEGI, La industria siderúrgica en México 2006, cuadro 2.2.2. 2000-2005.</p> <p>INEGI, La industria siderúrgica en México 1996, cuadro 2.2.2. 2005-2010.</p> <p>USGS Minerals Añobook of Mexico 2010 disponible en http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2010/myb3-2010-mx.pdf</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Agustín García	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Jesús, Santa Centeno, Ina Salas, Agustín García	07-01-2013 07-03-2013
Revisado	Jesús Bernal, Santa Centeno	07-02-2013 07-05-2013

SECTOR: PROCESOS INDUSTRIALES		
1. Información General		
Categoría:	Manufactura y construcción	
Descripción:	Las emisiones procedentes de la producción artesanal de ladrillos con madera	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	Los cálculos se realizaron sobre la base de la eficiencia energética en la producción artesanal de ladrillos desarrollados por INECC y UAMI (Cárdenas et. Al., 2013)	
Año base de estimación	2010	
Contaminantes :	Carbono Negro (CN), CO, CO ₂ , CH ₄ , PM _{2.5}	
Método de estimación:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Emisiones:</i> $E = (Producción\ Neta) * (Eficiencia\ Energética) * (Poder\ calorífico\ del\ combustible) * (FE) * 0.000001 (Mg/g)$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>E</i> = Emisión anual del contaminante (i) (Mg/año) <i>Producción</i> = Producción neta, considerando la pérdida del producto (kg/año) <i>Eficiencia energética</i> = Eficiencia del horno (MJ/kg de ladrillo seco) <i>Calor específico del combustible</i> = Masa/Energía (kg madera/MJ) <i>FE</i> = Factor de emisión para el contaminante (i) (g/Mg) 	
3. Información para la estimación de emisiones		Referencia
Datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Producción neta: 10,202,167,944 kg de ladrillos al año • Combustible= 3,000 kg Madera/Hornos de ladrillo (promedio) • Ladrilleras tradicionales = 17,054 	Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013c,
Factor de emisión	CO = 120 g/kg madera seca ^b CO ₂ = 291.85 g/kg ladrillo ^b CH ₄ = 0.92 g/kg ladrillo ^b CN=0.6 g/kg madera seca ^a PM _{2.5} =241 g/Mg ladrillo (realizado sin pérdidas) ^c Dioxinas y Furanos= 45 ng/Mg ladrillo	Cárdenas, B., et al 2012 . ^b Christian, T.J., et al 2010. ^a Cárdenas, B., et al 2013 ^c Maíz, P., et al 2010 ^d
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • Producción de ladrillos se supone constante para todo el período 2010-2030, debido a la incertidumbre del 		

crecimiento del sector informal.

- Para la producción neta un estimado de 5% de la pérdida se considera en la producción total (Munguía, et al 2013).
- Los factores de emisión utilizados corresponden a los estudios desarrollados por el INECC et al. , En el año 2010 para la fabricación de ladrillos tradicionales de México (Cárdenas et al., 2012).
- El consumo de madera se calcula utilizando el poder calorífico de la madera. (Munguía et al. , 2012 , Cárdenas et al. , 2012)
- Se estima que en el inventario de 2013 (Kato et al., 2013) consideró que el 82 % de las ladrilleras utilizan como combustible principal a la madera y el resto de las ladrilleras utilizan otro tipo de combustibles. Por lo tanto, para este cálculo, se considera que todas las ladrilleras utilizan la madera como combustible. Los trabajos posteriores deberán determinar el consumo de energía y el factor de emisión.
- Para los factores de emisión de los contaminantes (todos excepto CN), se considera que el 48 % proviene de los hornos fijos y el 52 % proviene de los hornos en campaña. Hay valores de eficiencia energética para estos dos tipos de hornos. El reciente estudio de INECC - MCE2 - PNUMA generará nuevo factor de emisión y se podrá generar un nuevo análisis.
- El factor de emisión estimado de 0.6 g/kg para el carbono negro es para unos hornos típicos de capacidad de 10.000 ladrillos. (Christian, T. J., et al., 2010).
- Hay diferentes tamaños en las ladrilleras y por lo tanto un valor que está dentro del rango deben ser considerado. Cristian et al., [2010] determina un factor proporcional a la cantidad de ladrillos tomando como base los hornos con capacidad de 5,000 ladrillos.
- Asumimos un valor calorífico de 1 kg de madera / 18 MJ (Munguía et al., 2012, Cárdenas et al., 2012), que es un valor en un rango adecuado para la madera utilizada en México y no hay mucha diferencia al hacer cambios en estos valores.
- Dada la diversidad en el tipo de hornos de ladrillos, se puede considerar un intervalo en el factor de emisión (0.1-0.6 g CN / kg de madera seca).

5. Ejemplo de cálculo

Emisión total de ladrilleras tradicionales:

Emisión de CN Mg/año= (10,202,167,944 kg ladrillo/año)(1.41 MJ/kg of ladrillo)(1 kg leña/18 MJ)(0.6g CN/kg leña)(1Mg/1,000,000g) = 479.5 Mg/año Carbono negro (Kato, et al 2013)

6. Áreas de oportunidad

- Hay gran incertidumbre debido a la gran diferencia entre los tipos de ladrilleras y mezcla de combustible. Se sugiere mejorar el inventario por tipo de ladrillera y los datos de consumo por tipo de combustible.
- Se requieren más mediciones en ladrilleras de diferentes en tipos de operaciones, capacidades de ladrillo, y el tipo de combustible utilizado.
- Los impactos en la salud debido a otros contaminantes son desconocidos, pero no hay información sobre el impacto de contaminantes tóxicos (dioxinas y furanos).

7. Método de estimación de medidas de mitigación

Medida de mitigación 1:	<p>Un análisis de sensibilidad se realizó teniendo en cuenta la sustitución de las ladrilleras tradicionales por hornos de "túnel" para los 5 estados con mayor producción de ladrillos. Durante los siguientes 20 años, una proporción de las ladrilleras será sustituida.</p> <p>2018:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 70% tradicional • 24 % mejorado • 6.0 % industrial <p>2023</p> <ul style="list-style-type: none"> • 35% tradicional • 53% mejorado • 12% industrial <p>2030</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20% tradicional • 55% mejorado • 25% industrial
Información para cálculo de escenario	Referencia
Datos de actividad:	<p>La producción tradicional de ladrillo artesanal se mantiene constante</p> <p>Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013., CCAC-México initiative to mitigate black carbon and other pollutants from brick production: Regional Assessment, Proposal for National strategy to modernize the brick sector in Mexico .</p>
Factor de emisión	<p>Cambio en el factor de emisión debido a la utilización de hornos de túnel, que tienen una baja contribución de carbono negro (Factor de Emisión cero de CN).</p> <p>Sameer, M., Uma, R., Brick Kilns Performance Assessment, Road Map for Cleaner Brick Production in India, 2012 , shakti, http://www.unep.org/ccac/Portals/24183/docs/Brick_Kilns_Performance_Assessment.pdf</p>
Consideraciones importantes	
A fin de introducir hornos de túnel, es necesario considerar una estrategia de financiamiento y programas específicos para el sector, para garantizar la transformación del sector artesanal	
Medida de mitigación 2:	<p>Un escenario conservador considera una transformación del 80% de la producción tradicional de ladrillo en nuevas tecnologías para el año 2030, con tres horizontes en 2018, 2023 y 2030.</p> <p>2018</p> <ul style="list-style-type: none"> • 95% tradicional • 4.0 % mejorado • 1.0 % industrial <p>2023</p> <ul style="list-style-type: none"> • 70% tradicional

	<ul style="list-style-type: none"> • 25% mejorado • 5% industrial 2030 <ul style="list-style-type: none"> • 20% tradicional • 55% mejorado • 25% industrial 	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad	80% de la producción de ladrillos se transforma con las nuevas tecnologías y el sector está integrado al sector formal, el 20% permanece por razones culturales y económicas.	Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013a.
Factor de emisión	Cambio en el factor de emisión debido a la utilización de hornos de túnel, que tienen una baja contribución de carbono negro (Factor de Emisión cero de CN).	Sameer, M. and Uma, R., 2012.
Consideraciones importantes		
<ul style="list-style-type: none"> • No hubo cambio realizado en el factor de emisión utilizado, pero se consideraron las nuevas tecnologías tales como hornos de túnel con el uso de gas natural. 		
Referencias Completas:		
<p>Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013a. CCAC-México initiative to mitigate Black Carbon and other Pollutants from brick production: Regional Assessment, Proposal for National strategy to modernize the brick sector in Mexico.</p> <p>Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013b., CCAC-México initiative to mitigate Black Carbon and other Pollutants from brick production; Opportunities for reducing emissions of short-lived climate Pollutants (SLCPs) from brick making in Latin America.</p> <p>Kato, Bárcenas, Acero y Ruíz Mariscal, 2013c. CCAC-México initiative to mitigate Black Carbon and other Pollutants from brick production; Public Policy Review of the Brick Sector in Latin America to Find Opportunities for Reducing Emissions of Short-Lived Climate Pollutants.</p> <p>Cárdenas B., et al 2013, personal reference, artisanal brick kilns in Aguascalientes, México (preliminar, se agregará cuando el informe se termine).</p> <p>Cárdenas B., Aréchiga, U., Munguía J.L., Márquez C., Campos, A. 2012. Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal de ladrillo: cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire. Informe Final del Convenio de Colaboración INE/ADA-013/2009. Versión Actualizada Junio 2012. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y el Instituto Nacional de Ecología. México D.F. pp44.</p> <p>Maiz, P., Umlauf G., Mariani G, Skejo H, Cardenas, B., PCDD/F, PCB, HCB, From artisanal Brick Production in developing countries, a case study in México, Dioxin 20XX, 2010, International Dioxin Symposium website on Halogenated Persistent Organic Pollutants</p> <p>Munguía G. J. L., Aréchiga V. J. U., Cárdenas G. B., 2013. Estudios en campo para la actualización de la línea base enfocada en la Estudios en Campo para La Actualización de la Línea Base, Enfocada en la Eficiencia Energética de las Ladrilleras del “Refugio” 2 eficiencia energética de las ladrilleras del “Refugio León Guanajuato”, proyecto EELA, México D.F. pp. 1-87</p> <p>Christian, T.J., R. J. Yokelson, B. Cárdenas, L. T. Molina, G. Engling, and S.-C. Hsu, Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico, Atmos. Chem. Phys., 10,</p>		

565–584, 2010.

Sameer, M., Uma, R., Brick Kilns Performance Assessment, Road Map for Cleaner Brick Production in India, 2012 , shakti, http://www.unep.org/ccac/Portals/24183/docs/Brick_Kilns_Performance_Assessment.pdf

8. Consideraciones importantes:

Preparado por:	Abraham Ortinez	06-26-2013
Discutido por	Abraham, Iván Islas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García, Beatriz Cárdenas	06-26-2013
Revisado	Beatriz Cárdenas	07-03-2013

6. Residencial

SECTOR: RESIDENCIAL		
1. Información General		
Categoría:	Uso residencial de leña	
Descripción:	Las emisiones procedentes de la quema de leña en cocinas tradicionales y las cocinas de fogón.	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	Factor de emisión y Datos de actividad (consumo de leña)	
Año base de estimación:	2010	
Contaminantes:	CN, CH ₄ , NO _x , PM2.5, NH ₃ , SO ₂ , CO ₂ , CO, OC, TNMHC	
Algoritmo de cálculo:	<ul style="list-style-type: none"> $E_i = [(Vo * Ue * C) + (Vo * Um * (C * 0.5))] * FE$ Donde: <ul style="list-style-type: none"> <i>E_i</i> = Emisiones por municipio <i>Vo</i> (casas que utilizan leña como combustible por municipio)= (total de viviendas por municipio * Porcentaje de población que vive en las zonas rurales (con menos de 5,000 habitantes) <i>Ue</i> (Porcentaje de usuarios exclusivos de leña por municipio) = (Número de usuarios exclusivos de leña / población total) <i>Um</i> (Porcentaje de usuarios mixtos, que es utilizar otros combustibles además de la leña): <ul style="list-style-type: none"> = Usuarios exclusivos – Población total del municipio, cuando el porcentaje de leña que consume la población de un municipio es >= 75%; = 25% de la población que consume exclusivamente de leña; Cuando el porcentaje de la población que consume la leña en un municipio es <75%. <i>C</i> (consumo de leña) = ((kg/día)* Promedio de personas por casa por municipio) <i>FE</i> = Factor de Emisión del contaminante <i>i</i> <ul style="list-style-type: none"> Emisión Total: $\sum E_i$ Mg 	
3. Información para cálculo de emisiones		Referencia
Datos de actividad (línea base)	Actividad para 2010: <ul style="list-style-type: none"> <i>Vo</i>: Total de casas que consumen leña: 3,968,648^a <i>Ue</i>: usuarios exclusivos: 3,032,025^b <i>Um</i>: Usuarios mixtos: 936,623^b <i>C</i> = Consumo total de leña: 3 kg/persona día)^c Resultados: <ul style="list-style-type: none"> Consumo total de leña: 15,911,957 Mg de leña Emisiones de CN= 6,216 Mg CN Emisiones de CH₄= 77,650 Mg CH₄ 	a) Las estimaciones basadas en INEGI, 2010 y CONAPO 2010 b) Porcentajes obtenidos de GIRA, 2012 c) GIRA, 2012 para consumo, y CONAPO 2010 datos de personas promedio por vivienda.

	<ul style="list-style-type: none"> Nota: Es necesario tener en cuenta que el número promedio de personas por hogar por municipio da el consumo de leña por hogar, por lo que la multiplicación de estos resultados no será igual a la suma de los resultados por municipio. 	
Factor de emisión para fogones de leña	<ul style="list-style-type: none"> • CN= 0.39 g/kg leña ^a • CH₄= 4.88 g/kg leña ^a • NO_x = 1.42 g/kg leña ^b • PM_{2.5}= 6.73 g/kg leña ^c • NH₃= 0.44 g/kg leña ^c • SO₂= 0.2 g/kg leña ^d • CO₂ = 1,620 g/kg leña ^a • CO= 70 g/kg leña ^a • OC= 3.2 g/kg leña ^a • NMVOC= 3.2 gC/kg leña ^e 	^a Promedio de los datos reportados de T.J. Christian R.J. Yokelson et. al., 2010 y Johnson M., Edwards R et. al., 2008 ^b S. K. Akagi, R. J. Yokelson, 2011 ^c T.J. Christian R.J. Yokelson et. al., 2010 ^d EPA, 1996 ^e Johnson M., Edwards R et. al., 2008

4. Consideraciones y supuestos

- Se consideró una tasa de crecimiento del 1.7 % anual para las casas totales por municipio
- La proporción del porcentaje de la población que vive en municipios de menos de 5,000 habitantes se mantiene constante durante todo el período de análisis. Sin embargo, existe una tasa de reducción de la población en estas localidades, observada en el período 2005 - 2010, a 0.14 % anual (INEGI, 2010), que se considera para la proyección de 2010 a 2030.
- El consumo de madera es considerada a nivel municipal y se asume un consumo medio de 3 kg /día constante en el período de 2010 a 2030. Para este consumo, se consideró el número promedio de habitantes por casa de cada municipio reportado por CONAPO, [2010].
- Se consideran los tipos de usuario (usuarios únicos y usuarios mixtos) a partir del documento de GIRA [2012], para el período 2010-2030, utilizando como fuente de INEGI [1990] y [2000]. Suponiendo que un usuario mixto consume 50 % menos madera que un usuario único.
- Sólo para el año 2010, la línea de base incluye estufas eficientes que fueron dadas por la SEDESOL y SAGARPA para algunos municipios.

5. Cálculo de emisiones

Emisiones de carbono negro procedentes de la combustión de madera en Alpatláhuac, Veracruz:

BC

$$= \frac{\left[\left((2031viv * 0.84Ue * \left(\frac{3Kg}{día} * 4.77HabProm\right)) + \left(2031viv * 0.16Um * \left(\left(\frac{3Kg}{día} * 4.77HabProm * 0.5\right)\right) \right) \right] * (0.39gBC)}{1\ 000\ 000}$$

= **3.8 T BC**

6. Áreas de oportunidad

- Actualización de los datos de consumo de la leña con la información disponible del INEGI para 2010.
- Ajustar el consumo per cápita de leña, de acuerdo con la cobertura de las regiones macro-ecológicas.
- Se debe Incluir el consumo de leña en las zonas urbanas en el cálculo del consumo de leña en lugar de ajustar para las poblaciones rurales de menos de 5,000 habitantes.
- Considerar la posibilidad de la permanencia de los programas sociales dentro de la línea base.
- Incluir la participación de instituciones como la SEDESOL, SEMARNAT, SENER, SEP, SALUD y la industria, en el

diseño de cualquier medida de mitigación en este sector.		
7. Método para estimar el cálculo de la medida de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Este escenario le dará prioridad a los municipios que tienen los índices de pobreza "muy altas" y "altos", según el índice de marginación de CONAPO de 2010. Con este escenario, la acción se centrará en la implementación de cocinas eficientes a cerca de 826 municipios, lo que representa unos 2.3 millones de hogares que consumen alrededor de 9 millones de toneladas de madera anual. La adopción de cocinas mejoradas se hará gradualmente a una tasa del 5% anual para cubrir el 100% de las viviendas con el mayor índice de marginación en 2030.	
Información para el cálculo de la medida de mitigación		Referencia
Datos de actividad	Se supone que una estufa de leña mejorada eficiente e implementada reemplazará a un fogón tradicional y utiliza 50% menos de leña.	<ul style="list-style-type: none"> ^a GIRA, 2012
Factor de emisión de estufas mejoradas (leña)	<p>Para la estufa mejorada, los factores de emisión considerados son :</p> <ul style="list-style-type: none"> • CN = 0.1 g/kg leña ^e • CH₄ = 1.35 g/kg leña ^a • NO_x = 1.1 g/kg leña ^c • PM_{2.5} = 3.5 g/kg leña ^c • NH₃ = 0.03 g/kg leña ^b • SO₂ = 0.2 g/kg leña ^b • CO₂ = 1,694 g/kg leña ^a • CO = 27 g/kg leña ^a • OC = 0.8 g/kg leña ^e • NMVOC = 0.3 g C/kg leña ^e <p>Para las cocinas tradicionales, los factores de emisión son los mismos que en el escenario BAU .</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ^a Promedio de los datos reportados por T.J. Christian R.J. Yokelson et. al. 2010 y Johnson M., Edwards R et. al. 2008 • ^b EPA,1996 • ^c Zhang,J.; Smith et. al. 2000 (Factor de emisión asumiendo PM2.5/PM de 0.8 como lo reportado por Reddy, M.S. y Venkattaran, C. (2002). • ^d T.J. Christian R.J. Yokelson et. al. 2010 • ^e Johnson M., et. al. 2008 <p>NOTE: EF para los COVNM se considera en gramos de carbono por kg de leña</p>
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Se considera un 50% menos en el uso de la madera por estufa eficiente en comparación con un fogón tradicional. • Las medidas de mitigación alternativas como el uso de gas natural o biogás tienen que ser evaluadas • Es necesaria la evaluación de las políticas fallidas anteriormente para este sector, esto, con la finalidad de mejorar el proceso de toma de decisiones. 		

Medida de mitigación 2:	Escenario con el mayor potencial de mitigación: Este escenario supone una adopción de estufas de leña eficientes para todos los hogares que consumen leña en el análisis. La adopción se hará paulatinamente, a un ritmo de 5% anual para cubrir el 100% de los hogares que utilizan leña en 2030.	
Información para el cálculo de la medida de mitigación		Referencia
Datos de actividad	Se supone que una estufa de leña mejorada eficiente e implementada reemplazará a un fogón tradicional y utiliza 50% menos de leña.	^a GIRA, 2012
Factores de emisión:	Lo mismo que el escenario de mitigación 1.	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Esto supone que una estufa mejorada consume 50% menos de leña que un fogón. • Es necesario evaluar medidas de mitigación alternativas como: gas natural o biogás de cocción con leña. • Es necesaria la evaluación de las políticas fallidas anteriormente para este sector, esto, con la finalidad de mejorar el proceso de toma de decisiones. 		
Referencias Completas:		
<p>Christian, T. J., Yokelson, R. J., Cardenas, B., Molina, L. T., Engling, G., and Hsu, S.-C. 2010. <i>Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico</i>, Atmos. Chem. Phys., 10, 565–584</p> <p>CONAPO 2010. <i>Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio, 2005 y 2010.</i></p> <p>CONAPO 2010. <i>Proyecciones de la población 2010-2050</i></p> <p>EPA, 1996. <i>Compilation of Air Pollution Emission Factors</i>, Vol. 1, Stationary Point and Area Sources, AP42, Fifth Edition.</p> <p>GIRA, A.C. <i>Escenarios de mitigación de gases efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos</i>. Informe Final. GIRA.INECC. Septiembre 26, 2012</p> <p>INEGI: Censo de población y vivienda, 2010. <i>Población por municipio.</i></p> <p>Johnson M., Edwards R., Alatorre-Frenk C., Masera O., (2008), <i>In-field greenhouse gas emissions from cook stoves in rural Mexican households</i>, Atmospheric Environment, 42, 1206-1222.</p> <p>Johnson, T., Alatorre C., Romo, Z. y F. Liu, 2009, <i>México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono</i>. Banco Mundial y Mayol Ediciones S.A.</p> <p>Reddy, M.S. y Venkattaran C. (2002). <i>Inventory of aerosols and sulphur dioxide emissions from India. Part II - biomass combustion</i>. Atmospheric Environment, 36 699-712</p> <p>Akagi, S. K., R. J. Yokelson, C. Wiedinmyer, M. J. Alvarado, J. S. Reid, T. Karl, J. D. Crouse, and P. O. Wennberg. <i>Emissions Factor for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models</i>. Atmos. Chem. Phys., 11, 4039–4072, 2011</p> <p>Zhang, J.; Smith, K.R.; Ma, Y.; Ye, S.; Jiang, F.; Qi, W.; Liu, P.; Khalil, M.A.K.; Rasmussen, R.A.; Thorneloe, S.A. (2000) <i>Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission</i></p>		

factor Atmospheric Environment, 34 4537-4549

8. Consideraciones importantes:

Preparado por:	Rodolfo Iniestra, Carolina Inclán	06-25-2013
Discutido por	Rodolfo, Carolina Inclán , Iván Islas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García, Beatriz Cárdenas	06-26-2013

7. Transporte (en carretera)

SECTOR: TRANSPORTE	
1. Información General	
Categoría:	Fuentes Móviles en carretera
Descripción:	Las emisiones de escape de los vehículos ligeros y pesados que utilizan diésel o gasolina como combustible.
2. Método de estimación de línea base	
Método:	Factor de emisión
Año base de estimación	2010
Contaminantes:	PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , CO, NOx, VOC, HCT, NH ₃ , N ₂ O, CH ₄ y CN
Método de estimación:	$E_y = \sum (V_{ji} * PS_{ji} * Km_{ji} * FE_{y_{kji}}) / 1,000,000$ <p>Donde:</p> <p><i>E_y</i> = Emisiones del contaminante y, (Mg/año) <i>V_{ji}</i> = Cantidad de vehículos de la categoría j y el año-modelo i <i>PS_{ji}</i> = Probabilidad de supervivencia de la categoría j y el año-modelo i <i>Km_{ji}</i> = Kilómetros por categoría j y el año-modelo i, (km/año) <i>FE_{y_{kji}}</i> = Factor de emisión del contaminante y por combustible k, de Categoría j y año-modelo i, (gr/km) <i>y</i> = Tipo de contaminante <i>i</i> = Año-modelo <i>j</i> = Categoría vehicular <i>k</i> = Combustible</p> $V_{ji} = V_{iit} * (1 + C_k)$ <p>Donde:</p> <p><i>V_{iit}</i> = Cantidad de vehículos para la categoría j y año-modelo i para el último año estimado (t-1) <i>C_k</i> = Tasa de crecimiento para el grupo k <i>k</i> = Grupo de vehículos: ligero o pesado</p>
3. Información para cálculo de emisiones	
Datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Flota de vehículos clasificados por tipo de vehículo y edad = 26,602,718 unidades^(a) • Elasticidad del ingreso per cápita de las ventas de vehículos ligeros (0.859)^(b) • Elasticidad de los ingresos totales de las ventas de vehículos de carga pesados (1.3695)^(c). • La elasticidad de la renta per cápita para la venta de los vehículos pesados de pasajeros (1.3695)^(d). • Kilómetros basados en categoría de vehículo y la edad^(e)
	<p>a) SEMARNAT, 2013</p> <p>b) AtKearney, 2012</p> <p>c) INECC, 2013</p> <p>d) INECC, 2013a</p> <p>e) INECC, 2013b</p> <p>f) IMP, 2011</p>
Referencia	

	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidades de supervivencia por categoría ^(f) 	
Factor de emisión	<ul style="list-style-type: none"> • Apéndice abajo 	SEMARNAT, 2013
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • La clasificación de los vehículos se divide en los siguientes dos grupos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ligeros (diésel y gasolina): vehículos de pasajeros y camiones ligeros ○ Pesados (diésel y gasolina): vehículos medianos, pesados, extra pesados, tractocamiones, autobuses suburbanos y extranjeros. • El factor de emisión se obtuvo de MOBILE6 México (SEMARNAT, 2013) y su promedio de acuerdo a su grupo de edad, tipo de vehículo (pesado o ligero) y el tipo de combustible (gasolina o diésel) para cada contaminante. • El modelo MOBILE6 México no genera factores de emisión para carbono negro; la estimación de este contaminante se deriva de una fracción de las emisiones de PM_{2.5}. (INE, 2011) • La edad máxima de los vehículos es de 35 años para vehículos ligeros y 49 años para vehículos de carga pesada y autobuses de pasajeros 27. • La tasa de crecimiento de las ventas de vehículos ligeros es del 2% por año, lo que depende del PIB per cápita estimado para el período (2.36% anual) y la elasticidad del ingreso reportada (0.859). • La tasa de crecimiento en las ventas de vehículos de carga pesados es del 4.4% anual, lo que depende del PIB para el período (3.2% anual) la elasticidad del ingreso (1.3695). Las estimaciones realizadas para este trabajo se realizó con los datos de las ventas de vehículos pesados de 1990-2010. • La tasa de crecimiento en las ventas de vehículos pesados de pasajeros es de 3.23% por año, lo que depende del PIB per cápita para el período (2.36% anual) y la elasticidad de los ingresos (1.3695). Las estimaciones realizadas para este trabajo se realizó con los datos de las ventas de vehículos pesados 1990-2010. • El análisis considera que en realidad no hay vehículos que utilizan diésel Ultra Bajo Azufre (UBA), incluso que no está disponible en algunas partes del país. 		
5. Ejemplo de cálculo		
<p>La emisión de NOx para 2010 vehículos de pasajeros ligeros (gasolina):</p> <p>Emisión NOx (Mg/año) = [(639,777 vehículo 2010)*(17,168 km)*(0.993 probabilidad de supervivencia)*(1.07 gNOx/km)]/1,000,000 + [(627,065 vehículo 2009)*(16,695 km)*(0.991 probabilidad de supervivencia)*(1.07 gNOx/km)]/1,000,000 + + [(... vehículo 1981)*(... km)*(... probabilidad de supervivencia)*(... gNOx/km)]/1,000,000 = 304,758.49 Mg de NOx en 2010.</p>		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • El modelo de Factor de Emisión para las partículas (PM10 y PM2.5) con MOBILE6 México no considera los cambios de edad del vehículo, por lo que el mismo factor de emisión se aplica independientemente de su edad. Por lo tanto, se considera conveniente para explorar la posibilidad de obtener factores de emisión desde otros modelos, como el MOVES, que toma en cuenta la edad del vehículo en el modelado del factor de emisión de partículas. • Es necesario comparar y analizar en detalle el tamaño y la composición de la flota de vehículos, debido a que hay diferencias importantes entre las distintas fuentes de información. 		
7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación 1:	Introducción de UBA y mejores tecnologías de vehículos desde 2016.	
Información para cálculo de escenario		Referencia

Datos de actividad	La flota de vehículos no cambia y mantiene constante la línea base	Igual que la línea de base
Factor de emisión:	Cambio en el factor de emisión. Apéndice B	INECC, 2013
Consideraciones Importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Los ajustes en el factor de emisión se explican por: <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>La calidad del combustible:</u> Se considera un cambio 300-30 ppm de contenido de azufre en la gasolina y de 500 a 15 ppm de diésel. Las variaciones fueron modeladas con el modelo MOBILE6 México. ○ <u>Tecnología de Vehículos:</u> Una sustitución de las tecnologías incluidas en el estándar B de la NOM-042 para los vehículos ligeros (SEMARNAT, 2005) y la EPA-2004 para vehículos pesados (SEMARNAT, 2006), por las nuevas tecnologías de Tier II Bin 3 para los vehículos ligeros y la EPA-2010 para vehículos pesados. Un cambio porcentual en el Factor de Emisión de partículas (PM10 y PM2.5), se consideraron SO₂ y NOx. • El impacto sobre los precios en las ventas de vehículos nuevos, debido a las nuevas tecnologías no se consideró. 		
Consideraciones importantes		
<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la reducción de la probabilidad de supervivencia, la edad media de vehículos de carga de trabajo pesado disminuye en 2030, desde 15.7 años en 2008 a 11.35 años en 2030. • La tasa de crecimiento de las ventas de vehículos nuevos o la modificación en la elasticidad-ingreso inicial no se consideró. 		
Referencias Completas:		
<p>AtKearney, 2012. El mercado de automóviles en México. El tamaño potencial del mercado de vehículos ligeros nuevos en México.</p> <p>IMP, 2011. Modelo de Transporte.</p> <p>INE, 2011. Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibilidades co-beneficios y desarrollo de planes de investigación. México, D.F. 118 pág.</p> <p>INECC, 2013a. Estimaciones del grupo de trabajo de transporte para SNAP.</p> <p>INECC, 2013b. Nota técnica para el cálculo de kilómetros anuales recorridos para vehículos ligeros y pesados. Dirección General de Investigación sobre Política y Economía Ambiental-DGIPEA, México.</p> <p>SEMARNAT, 2005. NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2005.</p> <p>SEMARNAT, 2006. NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. Publicada en el Diario oficial de la Federación el 12 de octubre de 2006.</p> <p>SEMARNAT, 2013. Inventario Nacional de Emisiones de México 2008. En proceso de publicación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-DGCCARETC. México.</p> <p>USEPA, 2003. MOBILE6.2, Mobile Source Emission Factor Model. United States Environmental Protection Agency.</p>		

8. Consideraciones importantes:

Preparado por:	Andrés Aguilar, Rocío Fernández	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Andrés Aguilar, Rocio Fernández, Thalia Hernández, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García	06-27-2013 07-26-2013
Revisado	Andrés Aguilar, Rocio Fernández Agustín García	06-28-2013 07-27-2013

Factor de Emisión ponderado por modelo, tipo de vehículo, combustible y contaminante para la línea de base (SEMARNAT, 2008).

Gasolina Ligero											
Año Modelo	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1981-1990	0.02	0.01	0.13	149.00	2.49	13.00	0.16	0.01	0.12	318.10	13.40
1991-1999	0.02	0.01	0.12	28.00	3.02	3.44	0.15	0.04	0.06	322.20	3.77
2000-2003	0.02	0.01	0.12	18.10	2.19	1.53	0.17	0.03	0.02	324.90	1.77
2004-2006	0.02	0.01	0.11	9.52	1.38	0.82	0.15	0.03	0.02	319.70	0.95
2007- en adelante	0.02	0.01	0.11	5.01	1.07	0.57	0.13	0.04	0.02	314.00	0.64
Diésel Ligero											
Año Modelo	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1981-1990	0.15	0.13	0.36	6.93	4.17	2.87	0.01	0.00	0.00	382.10	3.01
1991-1999	0.15	0.13	0.34	3.95	3.04	1.85	0.01	0.00	0.00	379.20	1.87
2000-2003	0.14	0.12	0.32	3.39	2.38	1.28	0.01	0.00	0.00	371.20	1.31
2004-2006	0.14	0.13	0.28	2.92	2.09	0.92	0.01	0.00	0.00	350.40	0.95
2007- en adelante	0.15	0.13	0.24	2.39	1.99	0.69	0.01	0.00	0.00	323.20	0.72
Pesado Gasolina											
Año Modelo	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1972-1992	0.09	0.06	0.40	542.70	16.10	32.10	0.09	0.03	0.30	989.20	34.50
1993-1996	0.09	0.06	0.41	112.30	11.30	9.03	0.09	0.14	0.18	997.60	9.76
1997-2008	0.08	0.06	0.43	75.00	8.89	4.48	0.09	0.12	0.06	979.20	4.85
2009 en adelante	0.08	0.06	0.43	75.00	8.89	4.48	0.09	0.12	0.06	979.20	4.85
Pesado Diésel											
Año Modelo	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1972-1992	0.45	0.40	0.62	40.00	26.20	5.96	0.04	0.03	0.00	978.50	6.07
1993-1996	0.33	0.29	0.73	17.40	21.80	2.66	0.04	0.03	0.00	1,005.90	2.70
1997-2008	0.30	0.26	0.78	16.40	19.40	2.41	0.04	0.03	0.00	982.00	2.45
2009 adelante	0.30	0.26	0.78	16.40	19.40	2.41	0.04	0.03	0.00	982.00	2.45

Escenario 1 Factores de emisión 1: introduciendo tecnología UBA Diésel

Ligero Gasolina											
Año	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1981-1990	0.0153	0.0087	0.0667	149.0	2.49	13.000	0.1600	0.0133	0.1210	318.1	13.400
1991-1999	0.0143	0.0078	0.0609	28.0	3.02	3.440	0.1500	0.0418	0.0626	322.2	3.770
2000-2003	0.0144	0.0078	0.0641	18.1	2.19	1.530	0.1670	0.0342	0.0201	324.9	1.770
2004-2006	0.0139	0.0075	0.0593	9.52	1.38	0.823	0.1530	0.0349	0.0204	319.7	0.945
2007-2008	0.0136	0.0073	0.0593	5.01	1.07	0.573	0.1340	0.0352	0.0204	314.0	0.638
2009-2015	0.0136	0.0073	0.0593	5.01	1.07	0.573	0.1340	0.0352	0.0204	314.0	0.638
2016-2030	0.0073	0.0039	0.0593	3.63	0.5562	0.573	0.1340	0.0352	0.0204	314.0	0.638
Ligero Diésel											
Año	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1981-1990	0.1061	0.0926	0.1887	6.93	4.17	2.870	0.0132	0.0011	0.0007	382.1	3.010
1991-1999	0.1047	0.0912	0.1766	3.95	3.04	1.850	0.0131	0.0009	0.0006	379.2	1.870
2000-2003	0.1004	0.0876	0.1682	3.39	2.38	1.280	0.0127	0.0009	0.0006	371.2	1.310
2004-2006	0.1026	0.0898	0.1477	2.92	2.09	0.916	0.0127	0.0009	0.0005	350.4	0.949
2007-2008	0.1054	0.0919	0.1282	2.39	1.99	0.693	0.0126	0.0008	0.0005	323.2	0.715
2009-2015	0.1054	0.0919	0.1282	2.39	1.99	0.693	0.0126	0.0008	0.0005	323.2	0.715
2016-2030	0.0561	0.0489	0.1282	1.73	1.0345	0.693	0.0126	0.0008	0.0005	323.2	0.715
Pesado Gasolina											
Año	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1972-1992	0.0628	0.0445	0.2116	542.70	16.10	32.100	0.0907	0.0326	0.2990	989.2	34.500
1993-1996	0.0625	0.0444	0.2174	112.30	11.30	9.030	0.0916	0.1430	0.1760	997.6	9.760
1997-2008	0.0613	0.0436	0.2237	75.00	8.89	4.480	0.0897	0.1190	0.0633	979.2	4.850
2009- 2015	0.0613	0.0436	0.2237	75.00	8.89	4.480	0.0897	0.1190	0.0633	979.2	4.850
2016- 2030	0.0322	0.0229	0.2237	75.00	4.6808	4.480	0.0897	0.1190	0.0633	979.2	4.850
Pesado Diésel											
Año	PM10	PM25	SO2	CO	NOX	VOC	NH3	N2O	CH4	CO2	HCT
1972-1992	0.3177	0.2842	0.3237	40.00	26.20	5.960	0.0380	0.0315	0.0034	978.5	6.070
1993-1996	0.2315	0.2052	0.3858	17.40	21.80	2.660	0.0419	0.0313	0.0033	1005.9	2.700
1997-2008	0.2109	0.1852	0.4099	16.40	19.40	2.410	0.0408	0.0311	0.0033	982.0	2.450
2009- 2015	0.2109	0.1852	0.4099	16.40	19.40	2.410	0.0408	0.0311	0.0033	982.0	2.450
2016- 2030	0.1108	0.0973	0.4099	16.40	10.2145	2.410	0.0408	0.0311	0.0033	982.0	2.450

8. Generación de energía

SECTOR: GENERACIÓN DE ENERGÍA		
1. Información General		
Categoría:	Electricidad	
Descripción:	Emisiones de metano y de carbono negro por quema de combustibles fósiles.	
2. Método de estimación de línea base		
Método:	Factores de emisión	
Año base:	2010	
Contaminantes:	Metano (CH ₄) and Carbono Negro (CN)	
Cálculos:	<p><i>Emisiones</i></p> $E_i = \sum(FE_i \times A)$ <p>Donde:</p> <p><i>E</i> = Emisiones anuales de (metano carbono negro) (Mg/año)</p> <p><i>A</i> = Energía Producida (TJ/año)</p> <p><i>FE</i> = Factor de emisión (Mg/TJ)</p>	
3. Información para cálculo de emisiones		Referencia
Datos de actividad	Generación de energía en 2010 Total (Pública y Privada) TJ/año Combustóleo 392,798.2 Coque de petróleo 39,568.6 Carbón 290,820 Diésel 18,165 Gas Natural 1,153,374	SENER,2012a
Factores de emisión	<p>Combustóleo</p> <p>CO₂ = 77.4 Mg/TJ^a</p> <p>CH₄ = 3 kg/TJ^a</p> <p>CN = 0.04 kg/TJ^b</p> <p>Coque de petróleo</p> <p>CO₂ = 97.5 Mg/TJ^a</p> <p>CH₄ = 1 kg/TJ^a</p> <p>CN = 0.009 kg/TJ^b</p> <p>Carbón</p> <p>CO₂ = 98.3 Mg/TJ^a</p> <p>CH₄ = 1 kg/TJ^a</p> <p>CN = 0.009 kg/TJ^b</p> <p>Diésel</p> <p>CO₂ = 74.1 Mg/TJ^a</p> <p>CH₄ = 3 kg/TJ^a</p> <p>CN = 0.25 kg/TJ^b</p>	<p>^a IPCC, 2006</p> <p>^b Bond et al. 2004 (EF_{CN})</p>

	Gas Natural	
	CO ₂ = 56.5 Mg/TJ ^a	
	CH ₄ = 1 kg/TJ ^a	
	CN = 0.0 kg/TJ ^b	
4. Consideraciones y supuestos		
<ul style="list-style-type: none"> • Para la proyección de la línea de base, los datos se toman directamente de SENER Prospectivas Gas Natural para 2012-2026. • Debido a que las proyecciones de SENER son hasta el 2026, se hicieron proyecciones para el período 2027-2030 a una tasa anual compuesta para cada combustible de acuerdo a la tendencia en el período 2016-2026. • Para la conversión de la actividad se considera 388TJ / millón de pies cúbicos. • Un factor de emisión para cada combustible se considera por igual, independientemente de la tecnología. • El sector público de la energía eléctrica: Se refiere a la penetración del gas natural como combustible en el sector público de energía eléctrica. • El sector privado de energía eléctrica: Se refiere a la penetración del gas natural como combustible en el sector de la energía eléctrica privada 		
5. Ejemplo de cálculo		
Emisiones de Carbono Negro para el uso de combustóleo:		
CN = 0.04 kg/TJ (392,798 Mg/TJ) = 15,711.9 kg		
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • El factor de emisión se puede identificar para cada tipo de equipo de combustión. • Obtener los Factores de emisión de carbono negro específicos para México 		
7. Estimación de la medida de mitigación		
Medida de mitigación 1:	El escenario de control de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) considera un cambio de 10,698 MW de consumo de combustibles fósiles en usar en campos eólicos 28,411MW y generación de respaldo con turbogas 7,857 MW.	
Información para cálculo de escenario		Referencia
Datos de actividad:	La actividad es igual a la línea de base	SENER, 2012 b
Factor de emisión:	Igual que el caso base	
Consideraciones importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> • Las reducciones consideradas provienen de las prospectivas del sector eléctrico SENER. • El escenario de mitigación tiene en cuenta las emisiones totales de CO₂ de la línea base y se aplica una reducción de 13.6 Tg de CO₂ como se establece en las perspectivas de SENER • El escenario de mitigación corresponde al reportado en las prospectivas del sector de energía eléctrica SENER. • No hubo cambios en el factor de emisión debido a las mejoras tecnológicas. • Se considera un GWP de 21 para el metano. • De las emisiones de referencia y teniendo en cuenta las reducciones en las emisiones de CO₂ de las estimaciones correspondientes a 2026 serían 185,642 Gg. • Se considera una reducción lineal. 		

<ul style="list-style-type: none"> La estrategia de mitigación de emisiones considera que en el 2012 no hay reducción y para 2026 la reducción es del 6.8%. La misma tendencia se usa para el año 2030. 		
Medida de mitigación 2:	El escenario híbrido reduce la capacidad de ciclo combinado en 10,698 MW, y se sustituyen por 2,800 MW de plantas de energía nuclear, 20,900 MW de electricidad eólica, y un respaldo de 5.792 MW de turbo gas.	
Información para el cálculo del escenario:		Referencia
Datos de actividad:	Igual que la línea de base	SENER, 2012 ^b
Factores de emisión:	Igual que la línea de base	
Consideraciones Importantes:		
<ul style="list-style-type: none"> El escenario de mitigación tiene en cuenta las emisiones totales de CO₂ de la línea de base y se aplica una reducción de 14.3 Tg de CO₂ de SENER. El escenario de mitigación corresponde a la reportada en la prospectiva del sector eléctrico SENER. No hubo cambios en el factor de emisión debido a las mejoras tecnológicas. De las emisiones de referencia y teniendo en cuenta las reducciones en las emisiones de CO₂ de las estimaciones correspondientes a 2026 serían 184,942 Gg. El consumo interno no es considerado. Se considera una reducción lineal de las emisiones en el periodo 2010-2030. La reducción de emisiones considera que en el 2012 hay una reducción de 0 y para 2026 es de 8.22%. Esto también sería para el 2030. Se obtiene una reducción de un 9.3% en 2026 en comparación con el escenario de referencia 		
Referencias Completas:		
<p>IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Chapter 2: Stationary Combustion http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf.</p> <p>Bond T.C., David G. Streets, Kirsten F. Yarber, Silbyl M. Nelson, Jung-Hum Woo and Zbigniew Klimont . 2004 "A Technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion" J. Geo. Resc. 109, D14203.</p> <p>SENER,2012 a. Prospectiva de Gas Natural 2012-2026. : http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PGN_2012_2026.pdf</p> <p>SENER, 2012. b Prospectivas del Sector eléctrico 2012-2026.</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Gloria Salas , Agustín García	06-25-2013
Discutido por	Iván Islas, Jordi Tovilla, Santa Centeno, Gloria Salas, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García, Carolina Inclán, Alfredo Leal	06-26-2013
		07-03-2013
		07-26-2013
Revisado	Agustín García	06-28-2013
		07-27-2013

9. Demanda de energía de la Industria y los Servicios

SECTOR: INDUSTRIA Y SERVICIOS																																									
1. Información General																																									
Categoría:	Industria y Servicios																																								
Descripción:	<p>Las emisiones de metano y de carbono negro de la quema de combustibles fósiles en los sectores industrial y de servicios.</p> <p>La industria incluye: acero, industria química, pulpa y papel, alimentos, bebidas y tabaco, cemento, construcción, minería y otras industrias.</p> <p>Los servicios incluyen: Residencial y Comercial.</p>																																								
2. Método de estimación de línea base																																									
Método:	Factor de emisión																																								
Año base de estimación	2010																																								
Contaminantes:	Metano y carbono negro																																								
Método de estimación:	<p><i>Emisiones por contaminante:</i></p> $E_i = \sum (FE_i \times A)$ <p>Dónde:</p> <p>E_i = Emisiones anuales del contaminante i por tipo de combustible (Mg / año)</p> <p>A = Consumo de energía por tipo de combustible (TJ / año)</p> <p>FE = Factor de Emisión (Mg / TJ)</p>																																								
3. Información para la estimación de emisiones		Referencia																																							
Datos de actividad	<p>El consumo de energía en el sector de los combustibles en 2010</p> <p>Total (Fabricación y construcción)</p> <table> <tr><td>Coque</td><td>29.635</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Coque de carbón</td><td>80.581</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>LPG</td><td>44.888</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Diésel</td><td>50.796</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Combustóleo</td><td>55.989</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Gas Natural</td><td>486.972</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Bagazo</td><td>37.649</td><td>PJ/año</td></tr> </table> <p>Acero</p> <table> <tr><td>Coque de carbón</td><td>24.111</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Coque de petróleo</td><td>1.758</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>LPG</td><td>0.006</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Diésel</td><td>0.806</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Combustóleo</td><td>5.616</td><td>PJ/año</td></tr> <tr><td>Gas Natural</td><td>58.286</td><td>PJ/año</td></tr> </table> <p>Química</p>	Coque	29.635	PJ/año	Coque de carbón	80.581	PJ/año	LPG	44.888	PJ/año	Diésel	50.796	PJ/año	Combustóleo	55.989	PJ/año	Gas Natural	486.972	PJ/año	Bagazo	37.649	PJ/año	Coque de carbón	24.111	PJ/año	Coque de petróleo	1.758	PJ/año	LPG	0.006	PJ/año	Diésel	0.806	PJ/año	Combustóleo	5.616	PJ/año	Gas Natural	58.286	PJ/año	SENER, 2013.
Coque	29.635	PJ/año																																							
Coque de carbón	80.581	PJ/año																																							
LPG	44.888	PJ/año																																							
Diésel	50.796	PJ/año																																							
Combustóleo	55.989	PJ/año																																							
Gas Natural	486.972	PJ/año																																							
Bagazo	37.649	PJ/año																																							
Coque de carbón	24.111	PJ/año																																							
Coque de petróleo	1.758	PJ/año																																							
LPG	0.006	PJ/año																																							
Diésel	0.806	PJ/año																																							
Combustóleo	5.616	PJ/año																																							
Gas Natural	58.286	PJ/año																																							

	<p>Coque de carbón 1.517 PJ/año LPG 0.707 PJ/año Diésel 4.670 PJ/año Combustóleo 5.816 PJ/año Gas Natural 128.490 PJ/año</p> <p>Pulpa y papel LPG 0.448 PJ/año Diésel 1.232 PJ/año Combustóleo 7.942 PJ/año Gas Natural 15.512 PJ/año</p> <p>Alimentos, bebidas y tabaco LPG 1.627 PJ/año Diésel 2.840 PJ/año Combustóleo 14.173 PJ/año Gas Natural 9.335 PJ/año Bagazo 31.548 PJ/año</p> <p>Cemento Coque de carbón 5.524 PJ/año Coque de petróleo 75.936 PJ/año Diésel 0.224 PJ/año Combustóleo 2.681 PJ/año Gas Natural 9.092 PJ/año</p> <p>Construcción, minería y coque Coque de petróleo 1.370 PJ/año LPG 42.100 PJ/año Diésel 41.026 PJ/año Combustóleo 19.762 PJ/año Gas Natural 266.257 PJ/año Bagazo 6.101 PJ/año</p>	
Factor de emisión	<p>Industria (no cemento)^a Carbón/Coque 0.7 kg CH₄/TJ Coque de petróleo 3 kg CH₄/TJ LPG 2 kg CH₄/TJ Diésel 2 kg CH₄/TJ Combustóleo 2 kg CH₄/TJ Gas Natural 1.4 kg CH₄/TJ Bagazo 30 kg CH₄/TJ</p> <p>Industria (cemento)^b Carbón/ Coque 1 kg CH₄/TJ Coque de petróleo 1 kg CH₄/TJ LPG 1 kg CH₄/TJ Diésel 1 kg CH₄/TJ Combustóleo 1 kg CH₄/TJ Gas Natural 1.1 kg CH₄/TJ</p> <p>Industria Carbón/ Coque de carbón 0.18 kg CN/TJ</p>	<p>^a Referencia manual, vol. III, IPCC, 1996. Tabla 1-7, p. 1.35; Tabla 1-8, p. 1.36; Tabla 1-11, p. 1.42; Tabla 1-16, p. 1.54.</p> <p>^b Referencia manual, vol. III, IPCC, 1996. Tabla 1-8, p. 1.36; Tabla 1-11, p. 1.42; Tabla 1-17, p. 1.55.</p> <p>^c Bond et al. 2004 (EF_{CN})</p>

Coque de petróleo	0.51	kg CN/TJ
LPG	0	kg CN /TJ
Diésel	90.7	kg CN /TJ
Combustóleo	0.99	kg CN /TJ
Gas Natural	0.0025	kg CN /TJ
Bagazo	8.16	kg CN/TJ
Residencial		
LPG	10	kg CH ₄ /TJ
queroseno	10	kg CH ₄ /TJ
Gas Natural	5	kg CH ₄ /TJ
LPG	0	kg CN/TJ
Queroseno	20.5	kg CN/TJ
Gas Natural	0	kg CN/TJ
Comercial		
LPG	10	kg CH ₄ /TJ
queroseno	0.7	kg CH ₄ /TJ
Diésel	0.7	kg CH ₄ /TJ
Combustóleo	1.4	kg CH ₄ /TJ
Gas Natural	1.2	kg CH ₄ /TJ
LPG	0	kg CN/TJ
queroseno	20.5	kg CN/TJ
Diésel	90.7	kg CN/TJ
Combustóleo	0.99	kg CN/TJ
Gas Natural	0	kg CN/TJ

4. Consideraciones y supuestos

- Para la proyección de la línea de base, los datos fueron tomados del Sistema de Información de Energía (SENER) para los años 2012-2026.
- Debido a que las proyecciones de SENER son hasta el año 2026, se realizaron proyecciones adicionales para el período 2027-2030 utilizando una tasa de crecimiento promedio anual para cada combustible en función de su tendencia en el período 2016-2026.
- Para los combustibles de los que no hay proyección por SENER (carbón de coque y biomasa) se utilizó una tasa de crecimiento promedio anual de los últimos 10 años. Hay un crecimiento proyectado en el caso del queroseno.
- El mismo factor de emisión se considera para cada combustible, independientemente de la tecnología.
- Las emisiones de carbono negro procedentes del consumo de combustible agrícola no se calcula en esta fase piloto
- Para el sector comercial, el factor de emisión de carbono negro no estaba disponible; el factor de emisión para el sector comercial que se muestra arriba fue tomado de los sectores industriales y residenciales.
- El factor de emisión del carbono negro del Gas LP se consideró como cero en esta fase piloto, al igual que sectores de la industria y la energía.

5. Ejemplo de cálculo

Emisiones de CH₄ en la industria del acero:

Coque de carbón: $(24.111 \text{ PJ/año}) * (0.7 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.017 \text{ Gg CH}_4$

Coque de petróleo: $(1.758 \text{ PJ/año}) * (3 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.005 \text{ Gg CH}_4$

LPG: $(0.006 \text{ PJ/año}) * (2 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.000 \text{ Gg CH}_4$

Diésel: $(0.806 \text{ PJ/año}) * (2 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.002 \text{ Gg CH}_4$

Combustóleo: $(5.616 \text{ PJ/año}) * (2 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.011 \text{ Gg CH}_4$

Gas Natural:	$(58.286 \text{ PJ/año}) * (1.4 \text{ kg/TJ}) / 1,000 = 0.082 \text{ Gg CH}_4$	
Emisiones de CH ₄ de la industria del cemento:		
Coque de carbón:	$(5.524 \text{ PJ/año}) * (1 \text{ kg/TJ}) / 1000 = 0.006 \text{ Gg CH}_4$	
Coque de petróleo :	$(75.936 \text{ PJ/año}) * (1 \text{ kg/TJ}) / 1000 = 0.076 \text{ Gg CH}_4$	
Diésel:	$(0.224 \text{ PJ/año}) * (1 \text{ kg/TJ}) / 1000 = 0.000 \text{ Gg CH}_4$	
Combustóleo:	$(2.681 \text{ PJ/año}) * (1 \text{ kg/TJ}) / 1000 = 0.003 \text{ Gg CH}_4$	
Gas Natural:	$(9.092 \text{ PJ/año}) * (1.1 \text{ kg/TJ}) / 1000 = 0.010 \text{ Gg CH}_4$	
6. Áreas de oportunidad		
<ul style="list-style-type: none"> • Generar información desagregada para cada tipo de industria y tecnología. • El factor de emisión se puede identificar para cada tipo de tecnología de combustión. • Obtener el factor de emisión de carbono negro específico para México. 		
7. Método de estimación de medidas de mitigación		
Medida de mitigación:	No se considera en esta fase.	
Referencias Completas:		
<p>Bond T.C., David G. Streets, Kirsten F. Yarber, Silbyl M. Nelsoon, Jung-Hum Woo and Zbigniew Klimont . 2004 “A Technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion” J. Geo. Res. 109, D14203.</p> <p>IPCC, 1996. Manual de referencia, vol. III.</p> <p>SENER, 2013. Sistema de información energética. http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas a. Prospectiva de Gas Natural 2012-2026.</p>		
8. Consideraciones importantes:		
Preparado por:	Santa Centeno, Agustín García	07-03-2013
Discutido por	Iván Islas, Santa Centeno, Gloria, Ina Salas, Luisa Molina, Agustín García	07-03-2013 07-26-2013 09-19-2013
Revisado	Santa Centeno	07-04-2013
Revisado	Carolina Inclán	09-18-2013