

Análisis para el apoyo al desarrollo de rutas de instrumentación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas en materia de mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GYCEI) del sector residuos sólidos urbanos en México

Resumen Ejecutivo



Derechos Reservados © 2018

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CP. 11000, Ciudad de México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados Miembros, o del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Documento generado a partir de los resultados de la consultoría realizada Por: [Pablo Andrés Alarcón Montero](#).

Contrato: IC-2017-034

Para mayor información sobre este estudio, consultar con la Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático del INECC.

Citar como:

INECC-PNUD México. 2017. *Análisis para el apoyo al desarrollo de rutas de instrumentación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas en materia de mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GYCEI) del sector residuos sólidos urbanos en México* Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Pablo Andrés Alarcón Montero. 17 pp. México

Contenido

Contenido	1
Acrónimos	4
1. Resumen Ejecutivo.....	5
1.1 Sector de los Residuos Sólidos.....	5
1.1.1 Análisis de la ruta y definición de medidas de mitigación para el sector	5
1.1.1.1 <i>Definición de medidas de mitigación</i>	6
Potencial de mitigación con rellenos sanitarios	6
Potencial de mitigación con plantas de termovalorización.....	8
Potencial de mitigación con plantas de digestión anaerobia	9
Potencial de mitigación con escenario mixto	10
Potencial de mitigación con plantas de compostaje	11
1.1.1.2 <i>Análisis de ruta</i>	12
1.1.1.3 <i>Medidas de mitigación del sector residuos</i>	13
1.1.1.4 <i>Recomendaciones para la implementación de la ruta del sector</i>	16

Lista de Figuras

Figura 1 Línea base para actividades relacionadas con RSU	6
Figura 2 Potencial de mitigación para relleno sanitario	7
Figura 3 Potencial de mitigación para plantas de termovalorización	8
Figura 4 Potencial de mitigación para digestión anaerobia	9
Figura 5 Potencial de mitigación para escenario mixto	11
Figura 6 Potencial de mitigación para compostaje	12
Figura 7 Curva de abatimiento para el sector residuos sólidos	13

Lista de Tablas

Tabla 1 Ruta de 1 de implementación y cumplimiento de las CND.	15
Tabla 2 Ruta 2 de implementación y cumplimiento de las CND.	15

ACRÓNIMOS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CND	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
GyCEI	Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGyCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación.
MtonCO ₂ e	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PROMARNAT	Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
MUSD	Millones de Dólares Americanos
VPN	Valor Presente Neto

1. RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta los principales resultados de la consultoría Análisis para el apoyo al desarrollo de rutas de instrumentación de las CND en materia de mitigación de GyCEI del sector residuos sólidos urbanos en México, elaborado en el marco de la Sexta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC.

1.1 Sector de los Residuos Sólidos

En el sector de los residuos sólidos en México y desde el punto de vista de instrumentos de política, está pendiente la actualización del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, quedando como instrumentos de referencia para el sector el PROMARNAT 2013-2018 y el PECC 2014-2018; el primero de ellos bajo el precepto de *“cero tiraderos a cielo abierto, estableciendo para ello el fomentar su saneamiento y clausura así como la de sitios abandonados y rellenos en desuso”* y con el segundo instrumento, reducir la emisiones de metano al *“Promover manejo apropiado de residuos sólidos mediante clausura de tiraderos, apoyos a construcción de rellenos sanitarios, biodigestores y organismos operadores”* y *“Llevar a cabo acciones de cierre y abandono de los sitios contaminados con residuos municipales y peligrosos para la captura de gas metano.”*

Referente al **flujo de residuos**, en el año 2012 la SEMARNAT¹ estimaba una generación nacional de más de 102 mil toneladas al día de residuos, con un promedio per cápita de 0.852 kg/hab/día. Para el año 2016 la misma Secretaría² estimó que la generación ascendió a 117 mil toneladas al día, con un promedio por persona de 0.957 kilogramos al día.

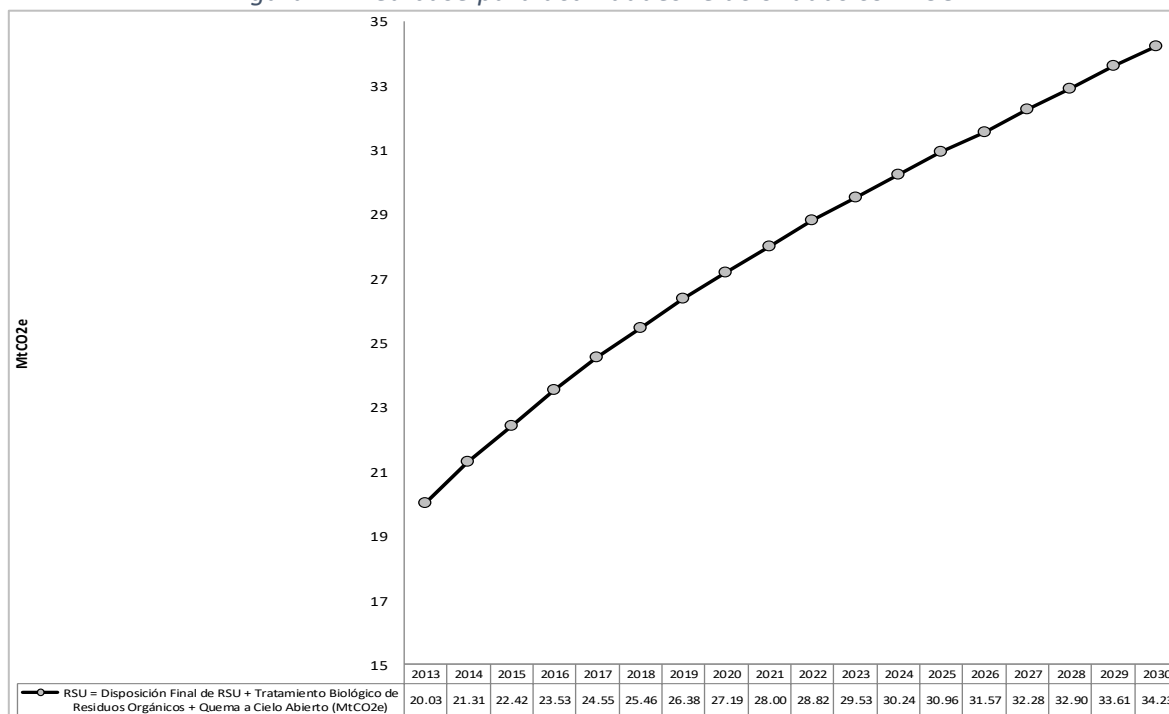
De acuerdo al INEGyCEI (INECC, 2015) las **emisiones** GEI del sector residuos sólidos ascienden a 20 MtonCO₂e mismas que representan el 3% de las emisiones totales a nivel nacional. A su vez, de dichas emisiones del sector, el 98% provienen de la disposición final de RSU, un 1% derivado del tratamiento biológico de residuos orgánicos y un 1% por la quema a cielo abierto.

1.1.1 Análisis de la ruta y definición de medidas de mitigación para el sector
De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones, la línea base para las actividades relacionadas con los residuos sólidos como la disposición final, el tratamiento biológico de orgánicos y la quema a cielo abierto indican una generación de 34.23 MtonCO₂e para el año 2030. En la siguiente figura se puede apreciar la tendencia de la línea base:

¹ Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, 2012.

² Diálogo Público-Privado sobre los CND de México para el Sector Residuos Sólidos del 5 de octubre de 2016, Ciudad de México.

Figura 1 Línea base para actividades relacionadas con RSU



Fuente: Elaboración propia con datos del documento (INECC, 2015)

1.1.1.1 Definición de medidas de mitigación

Para el cumplimiento de metas de las CND, se construyeron escenarios de mitigación a partir de medidas o alternativas tecnológicas enfocadas en la etapa de disposición final, como la construcción de: rellenos sanitarios con sistemas de captura y quema de biogás, plantas de compostaje, plantas de termovalorización y planta de digestión anaerobia y/o la combinación de estas dos últimas.

Potencial de mitigación con rellenos sanitarios

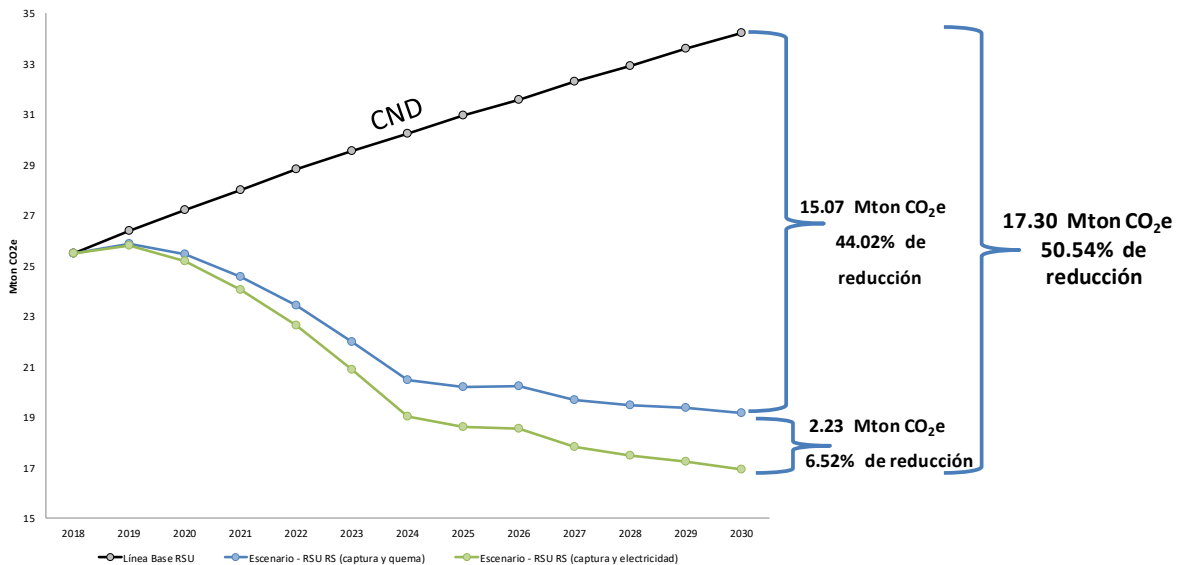
Consiste en la construcción de rellenos sanitarios en municipios con poblaciones de más de 50 mil habitantes al año 2017, mismos que ascienden a 427 municipios, los cuales acumulan el 65% de la población nacional proyectada para dicho año, la cual equivale a 79.7 millones de personas.

El resultado obtenido a partir de esta medida muestra un potencial de mitigación a 2030 de 17.30 MtonCO₂e, equivalente a un 50.54% de reducción respecto a la línea base para ese mismo año, de las cuales 15.07 MtonCO₂e concernirían a la captura y quema de biogás en rellenos sanitarios, mientras que adicionalmente 2.23 MtonCO₂e estarían asociados a la generación de energía limpia.

La meta no condicionada de las CND de México, para el año ya referido es de 13.75 MtonCO₂e, por lo que con la implementación de esta medida, se tendría un potencial de mitigación de 17.30 Mton CO₂e/año, lo que significaría el cumplimiento del 126% de dicha meta.

Esta medida estaría alineada a la actual política nacional enfocada en la regularización de tiraderos a cielo abierto y construcción de rellenos sanitarios sustentándose en lo estipulado por la NOM-083-SEMARNAT-2003, siendo también congruente con los objetivos de la reforma energética en cuanto a incentivar la producción de energías limpias para alcanzar una participación del 35% en el 2024 de acuerdo a la Ley General de Cambio Climático.

Figura 2 Potencial de mitigación para relleno sanitario



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, ya se cuenta con experiencia probada y en plena fase de operación a lo largo del país. Sin embargo, la mayor limitante a la que se enfrenta su implementación es de carácter financiera, ello derivado de la reducción sustantiva de los subsidios orientados a cubrir estudios, proyectos e inversiones, así como, de la inexistencia de esquemas que permitan subsanar los costos de operación asociados. Aunado a lo anterior, el procedimiento inconcluso de actualización de la NOM-083-SEMARNAT-2003, añadiría incertidumbre a los procesos de planeación en el mediano y largo plazo.

Finalmente, debe destacarse la relevancia que adquiere el papel de los municipios ante el panorama anteriormente descrito, ya que más allá de cumplir someramente con la atribución constitucional para la prestación del servicio de disposición final de residuos, es necesario que transiten a esquemas financiera y operativamente sustentables en el largo plazo mediante soluciones tales como la creación de Organismos Operadores municipales o intermunicipales con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, de los cuales existen actualmente ejemplos exitosos en México.

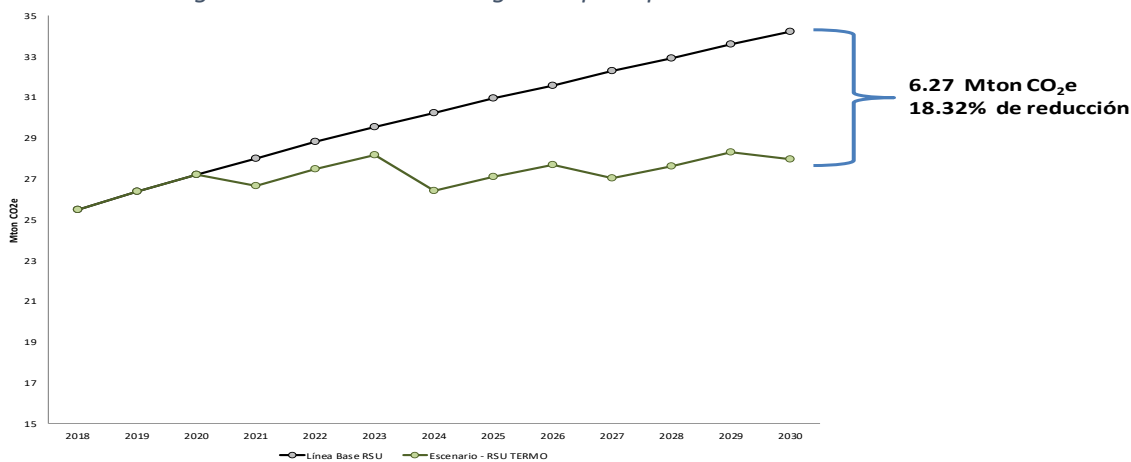
Potencial de mitigación con plantas de termovalorización

Esta propuesta implica la construcción de plantas de termovalorización para la incineración de residuos sólidos mezclados y generación de energía eléctrica asociada en 15 zonas metropolitanas de más de un millón de habitantes, mismas que acumulan más de 36.7 millones de habitantes, lo que representa casi el 30% de la población nacional para el año 2017.

Con esta medida, el resultado de mitigación obtenido muestra un potencial a 2030 de 6.27 MtonCO₂e, equivalente a un 18.32% de reducción respecto a la línea base para ese mismo año; y el 46% de la meta no condicionada de las CNP de México.

Es de destacarse la inexistencia de infraestructura ambiental de este tipo en el país, aunque la Ciudad de México ha iniciado formalmente el proceso para la instalación de una de ellas en el corto plazo y se prevé su posible implementación en otras ciudades del país. Derivado de lo anterior, es posible inferir que la continuidad en el desarrollo de esta solución tecnológica para México dependerá en gran medida de un proceso de transferencia y adaptación técnica exitoso, acompañado de la construcción de esquemas de financiamiento diseñados a la medida de la realidad nacional.

Figura 3 Potencial de mitigación para plantas de termovalorización



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, debe tomarse en cuenta la inexistencia de una normatividad para la instalación, operación y mantenimiento de esta infraestructura, así como para el control de las emisiones a la atmósfera, descarga de efluentes y generación de residuos sólidos asociados a sus actividades. Por el momento, solo se contaría con una Norma Oficial Mexicana Emergente³, caracterizada por una cobertura y vigencia limitadas.

³ NOM-EM-XXX-SEMARNAT-2017, Protección ambiental-generación de energía eléctrica por procedimientos no convencionales contaminantes en los que se efectúa la valorización de residuos a través de procesos de tratamiento térmico - especificaciones de operación y límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera para instalaciones localizadas en la Ciudad de México y en los estados de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala.

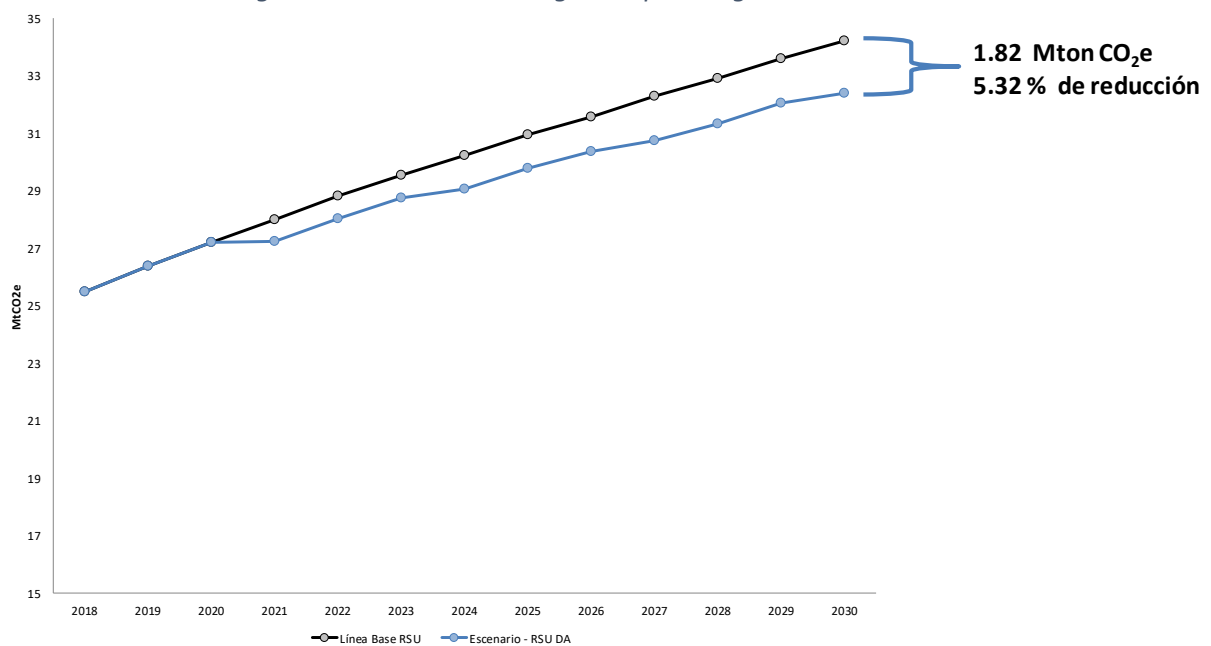
Sin embargo, factores tales como el alto potencial de mitigación y la posibilidad de contribuir a la generación de energía limpia, la posicionan como una alternativa atractiva para los tomadores de decisiones pertenecientes al sector residuos sólidos, a lo cual se deben añadir beneficios tales como las economías de escala y los potenciales ahorros en traslados a sitios de disposición final que su implementación conllevaría.

Por último, cumplir con la expectativa estimada de reducción de emisiones GEI respecto a la línea base, implicaría necesariamente la definición de una política nacional en la materia que involucre tanto a la SEMARNAT como a SENER, respaldada en la construcción de un marco normativo específico, que tome en cuenta la experiencia de la Ciudad de México como una buena práctica.

Potencial de mitigación con plantas de digestión anaerobia

Esta propuesta, consiste en la construcción de plantas de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos sólidos mezclados y generación de energía eléctrica asociada en zonas metropolitanas con una población mayor a quinientos mil pero menor a un millón de habitantes. Se trata de 17 zonas metropolitanas, 3 municipios y una región que acumulan una población de más de 21 millones de habitantes, los cuales representan el 17% del total nacional para el año 2017. A continuación se muestra el potencial de mitigación respecto a la línea base:

Figura 4 Potencial de mitigación para digestión anaerobia



Fuente: Elaboración propia.

La meta no condicionada de las CND de México, para el 2030 es de 13.75 MtonCO₂e, por lo que con la implementación de esta medida de forma individual, tendría un potencial de mitigación de 1.82 MtonCO₂e/año, lo que significaría el cumplimiento del 13% de dicha meta, equivalente a un 5.32% de reducción respecto a la línea base.

Con relación a esta medida, es necesario señalar que se cuenta con experiencia nacional en proyectos similares ejecutados y en proceso, ubicándose en este sentido solo detrás de la solución con relleno sanitario, aunque de manera todavía incipiente. De forma puntual, la tecnología se encuentra en la fase inicial de la curva de aprendizaje, caracterizándose por grandes áreas de oportunidad desde el punto de vista de la optimización y mejora en su planeación, diseño, construcción y operación.

De forma similar al caso de termovalorización, los principales retos para la consolidación de esta alternativa se concentran en la construcción de esquemas de financiamiento diseñados a la medida de la realidad nacional, así como la necesidad de desarrollar una normatividad para la instalación, operación y mantenimiento de esta infraestructura, y el control de las emisiones a la atmósfera, descarga de efluentes y generación de residuos sólidos asociados a sus actividades, debido a que a la fecha no se cuenta con una referencia nacional en este último rubro.

A pesar de que las expectativas en cuanto a potencial de mitigación y generación de energía limpia serían menores comparadas con los escenarios de relleno sanitario y termovalorización, esta opción tecnológica contaría con el gran beneficio de atender específicamente los impactos asociados a la fracción orgánica de los RSU, particularmente en cuanto a la generación de lixiviados y biogás se trata.

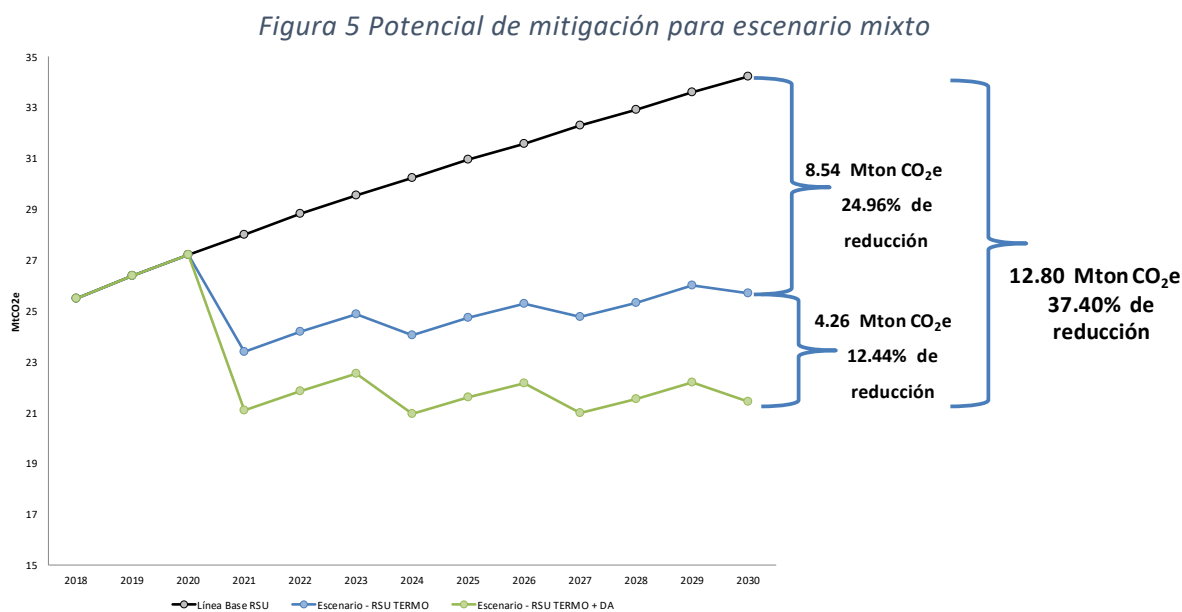
Finalmente, el cumplimiento de este escenario de mitigación también requeriría la definición de una política nacional en la materia que involucre tanto a la SEMARNAT como a SENER, respaldada en la construcción de un marco normativo específico, que tome en cuenta las experiencias existentes en el país.

Potencial de mitigación con escenario mixto

En este caso, la propuesta consiste en la combinación de alternativas tecnológicas mediante la construcción de plantas de termovalorización y digestión anaerobia para el tratamiento de la fracción inorgánica y orgánica, respectivamente en 32 zonas metropolitanas que acumularían más de 49.8 millones de habitantes, equivalente a más del 40% de la población nacional para el año 2017.

Con la combinación de las dos medidas, el resultado obtenido muestra un potencial de mitigación a 2030 de 12.80 MtonCO₂e, correspondiendo a un 37.40% de reducción respecto a la línea base para el mismo año, y el cumplimiento del 93% de la meta nacional; de las cuales 8.54 MtonCO₂e responderían a las plantas de termovalorización, mientras que 4.26 MtonCO₂e estarían asociados a

las plantas de digestión anaerobia. En la siguiente figura se muestra el potencial de mitigación con la combinación de ambas alternativas respecto a la línea base:



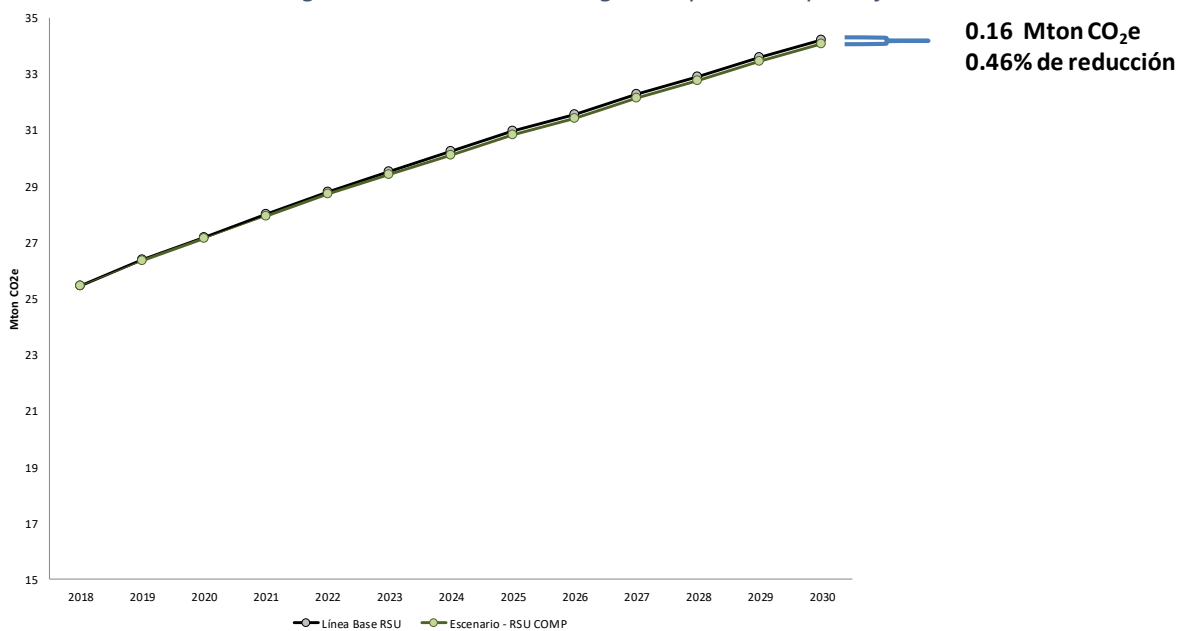
Fuente: Elaboración propia.

Este escenario de mitigación se caracteriza por los factores previamente descritos de forma individual para las tecnologías de termovalorización y digestión anaerobia operados de manera complementaria, a lo cual podría añadirse el hecho de que el modelo planteado se encuentra en la etapa inicial de implementación para el tratamiento de RSU en la Ciudad de México.

Potencial de mitigación con plantas de compostaje

El potencial de mitigación a 2030 con esta opción, es de 0.16 MtonCO₂e, correspondiendo a un 0.46% de reducción respecto a la línea base para el mismo año, lo cual representa una aportación mínima a los objetivos de las CNL en comparación con los otros escenarios tecnológicos evaluados.

Figura 6 Potencial de mitigación para compostaje



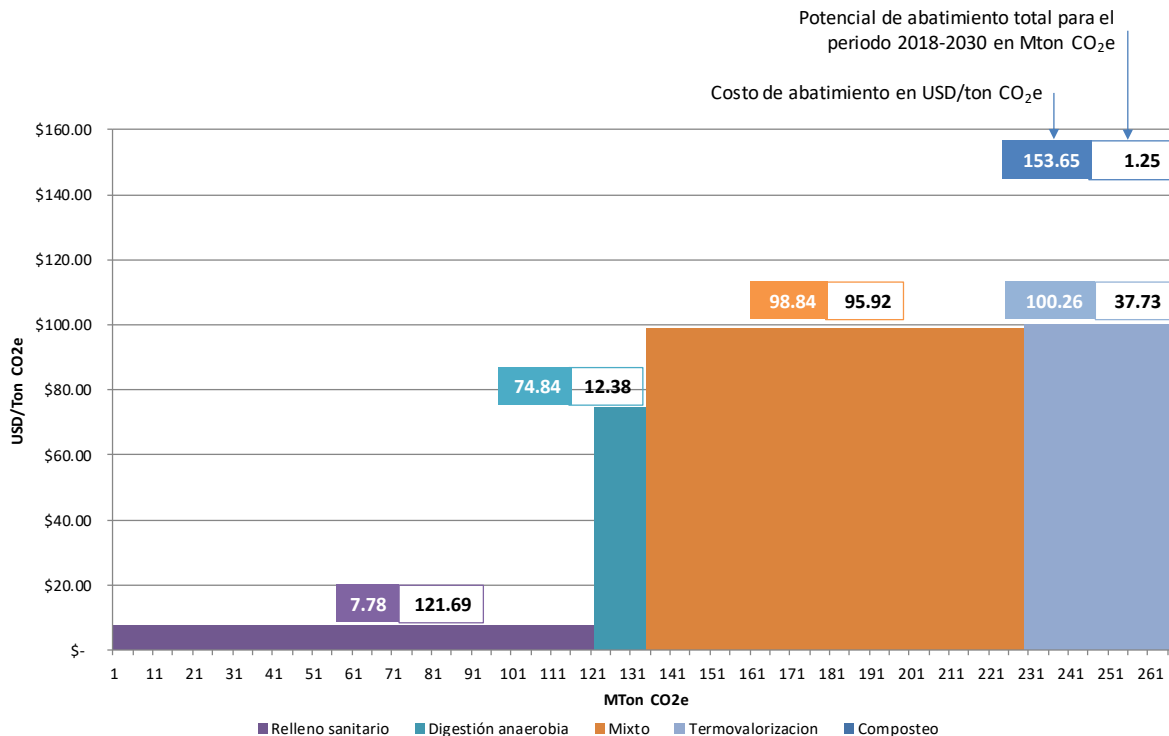
Fuente: Elaboración propia.

1.1.1.2 Análisis de ruta

La hoja de ruta desarrollada para el cumplimiento de las metas vinculadas a la CND está sustentada en la construcción de una curva de abatimiento, que permite dar un orden de importancia para la selección e instrumentación de las medidas previamente caracterizadas y evaluadas exclusivamente desde el punto de vista de su impacto sobre la línea base para el año 2030, misma que quedó configurada de la siguiente forma:

Como se observa en la siguiente figura, el ranking generado por los costos marginales de abatimiento calculados señala que en primera instancia está la medida de relleno sanitario, seguida por digestión anaerobia, para posteriormente incorporar el escenario mixto sucedido por una mínima diferencia por la tecnología de termovalorización y dejando en el último caso a la composta con el costo más alto.

Figura 7 Curva de abatimiento para el sector residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia.

1.1.1.3 Medidas de mitigación del sector residuos

Para el cumplimiento de las CND de México del sector residuos, a partir de las medidas propuestas, se formularon dos rutas de implementación distintas, las cuales son mutuamente excluyentes en cuanto a las alternativas de tratamiento que los componen:

- Ruta 1: integrada por las alternativas de relleno sanitario, más digestión anaerobia, más termovalorización de forma individual en cada una de las ciudades y zonas metropolitanas seleccionadas; y
- Ruta 2: integrada también por relleno sanitario, más escenario mixto, que incluye la construcción de infraestructura para el tratamiento de residuos a través de procesos de digestión anaerobia y termovalorización de forma conjunta.

Desde el punto de vista de mitigación de emisiones en el sector, la Ruta 1, permite el cumplimiento de la meta no condicionada a 2030 en 1.85 veces (equivalente a un 185% de cumplimiento), así como una reducción de la línea base para el año 2030 del 74%. En este mismo sentido, la Ruta 2 permite el cumplimiento de la meta no condicionada a 2030 en 2.19 veces (equivalente a un 219% de cumplimiento), así como una reducción de la línea base para el año 2030 del 88%. Por lo anterior,

la Ruta 2 representa la alternativa más ambiciosa para el cumplimiento de las metas comprometidas a nivel nacional.

Adicionalmente, desde el punto de vista del costo unitario de abatimiento acumulado, se mantiene la misma tendencia identificada, dado que la Ruta 1 presenta un valor unitario de 182.88 USD/ton CO₂e; mientras que para la Ruta 2 dicho costo es de 106.62 USD/ton CO₂e. Sin embargo, bajo un enfoque puramente económico, el VPN de la Ruta 1 asciende a 6,534 MUSD, en tanto que para la Ruta 2, dicho valor es de 9,773 MUSD, equivalente a un 50% adicional del VPN respecto a la Ruta 1.

Para ambas rutas, sólo con la implementación de la medida referente a la construcción de rellenos sanitarios con sistemas de captura y quema de biogás, así como generación de energía eléctrica asociada, se cumpliría con la meta no condicionadas a 2030 en un 126%.

Tabla 1 Ruta de 1 de implementación y cumplimiento de las CND.

							CND: Meta no condicionada a 2030 MtonCO ₂ e	Línea base RSU a 2030 (BAU) Mton CO ₂ e/año
Ruta 1							13.75	34.23
Alternativa	Costo unitario de abatimiento USD/ton CO ₂ e	Costo unitario de abatimiento (acumulado) USD/ton CO ₂ e	VPN MUSD	VPN MUSD (acumulado)	Potencial de mitigación Mton CO ₂ e	Potencial de mitigación (acumulado) Mton CO ₂ e	Cumplimiento	Reducción
Relleno Sanitario	7.78	7.78	\$1,239	\$1,239	17.30	17.30	126%	51%
Digestión Anaerobia	74.84	82.62	\$1,219	\$2,458	1.82	19.12	139%	56%
Termovalorización	100.26	182.88	\$4,076	\$6,534	6.27	25.39	185%	74%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Ruta 2 de implementación y cumplimiento de las CND.

							CND: Meta no condicionada a 2030 MtonCO ₂ e	Línea base RSU a 2030 (BAU) Mton CO ₂ e/año
Ruta 2							13.75	34.23
Alternativa	Costo unitario de abatimiento USD/ton CO ₂ e	Costo unitario de abatimiento (acumulado) USD/ton CO ₂ e	VPN MUSD	VPN MUSD (acumulado)	Potencial de mitigación Mton CO ₂ e	Potencial de mitigación (acumulado) Mton CO ₂ e	Cumplimiento	Reducción
Relleno Sanitario	7.78	7.78	\$1,239	\$1,239	17.30	17.30	126%	51%
Mixto	98.84	106.62	\$9,773	\$9,773	12.80	30.10	219%	88%

Fuente: Elaboración propia

1.1.1.4 Recomendaciones para la implementación de la ruta del sector

Para el cumplimiento de los compromisos adquiridos por México en las CND, se recomendaría inicialmente mantener la alternativa de relleno sanitario como medida asociada al cumplimiento de las contribuciones no condicionadas y paulatinamente orientar la política actual hacia otras alternativas tecnológicas, mientras que la implementación de una política más ambiciosa con acciones tales como digestión anaerobia, termovalorización o su combinación, podrían formar parte de las medidas condicionadas para el sector.

Es necesaria la redefinición de una política nacional en materia de residuos sólidos que oriente las acciones del país para posicionar al sector de acuerdo a las condiciones actuales y que guarde congruencia con la agenda internacional en materia de gestión de residuos, así como de mitigación de emisiones.

Resulta de gran relevancia dar continuidad al proceso de actualización de la NOM-083-SEMARNAT-2003, así como a la renovación y fortalecimiento del marco legal y normativo como soporte para el cumplimiento de la política pública para el sector residuos sólidos del país.

Rediseñar el sistema de financiamiento del sector residuos sólidos a fin de buscar la sostenibilidad de su gestión; a su vez, en el muy corto plazo disponer de fuentes de financiamiento para la construcción de infraestructura de disposición final asequibles a plazos de y alcances de las administraciones municipales.

En cuanto a la instauración del sistema de MRV para el sector residuos sólidos, es necesaria la modernización y fortalecimiento del marco legal y normativo del sector. Inicialmente, que la SEMARNAT determine la metodología de cálculo correspondiente a la actividad de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que de acuerdo al artículo Sexto transitorio del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones, lo cual debió ocurrir a más tardar el 31 de diciembre de 2017.

Bibliografía

- Clean Air Institute y TÜV Rheinland México . (2015). *Estudio para la revisión y mejora al sistema de monitoreo, reporte y verificación en las acciones “Transporte Limpio” y “Esquema de Sustitución y renovación Vehicular”* .
- Aparanca, S. (2015). *NAMAs on Waste Management: Designing a MRV methodology for the NAMA*. Mozambique.
- BID. (2013). *Desarrollo de una metodología para la construcción de curvas de abatimiento de emisiones de GEI incorporando la incertidumbre asociada a las principales variables de mitigación*.
- CONAPO. (2017). *PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN 2010-2050*.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (mayo de 2017). <https://www.giz.de>. Recuperado el 3 de octubre de 2017, de <https://www.giz.de>: https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WastetoEnergy_Guidelines_2017.pdf
- Directrices IPCC. (2006). *Orientación general y generación de informes- Métodos de recopilación de datos*.
- Environmental Protection Agency . (2012). *International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects*. United States of America.
- GIZ. (2015). *Planta de Biodigestión Atlacomulco, Estado de México*.
- GIZ. (2016). *Potencial para la valorización energética de residuos urbanos en México, a través del coprocesamiento en hornos cementeros*.
- GIZ. (2016). *Taller Factores técnico-económicos de proyectos de aprovechamiento energético de RSU*.
- GIZ. (2017). *Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos. Guía para los Responsables de la Toma de Decisiones en*.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *DGSU/3000/LP-006-PS/DTRDF/2016 B A S E S PARA LA ADJUDICACIÓN DE UN CONTRATO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS A LARGO PLAZO PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE PODER CALORÍFICO DE RES*. México.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2017). *AGU/3000/LP-019-PS/DITGRSU/2017 BASES PARA LA ADJUDICACIÓN DE UN CONTRATO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO INTEGRAL A LARGO PLAZO PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y*

MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE LA FRACCIÓN ORGÁ.
México.

Gobierno de la República. (2014). *COMPROMISOS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO*.

Gobierno del Perú. (2015). *Supuestos y Metodologías contempladas como parte de las Contribuciones Nacionales en Mitigación*.

Hernández, M. e. (2016). *Generación y composición de residuos sólidos urbanos en America Latina y el Caribe*.

INECC. (2013). *“Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, Información de Interés Nacional, Consideraciones Metodológicas 1990-2012 y 2013, de mayo 2015*.

INECC. (2015). *Contribución Nacionalmente Determinada de México (CND) Sector Residuos*.

INECC. (2015). *INEGyCEI Consideraciones Metodológicas 1990-2012 y 2013*.

INECC. (2016). *Financiamiento a las acciones de Mitigación en México, Informe Final*.

INECC. (03 de noviembre de 2016). <https://www.gob.mx/>. Recuperado el 25 de septiembre de 2017, de <https://www.gob.mx/inecc/documentos/informe-de-la-situacion-del-medio-ambiente-en-mexico-compendio-de-estadisticas-ambientales-indicadores-clave-de-desempeno-ambiental-y-de-crecimiento-verde-edicion-2015>

INECC. (2016). *Línea Base y Medidas de Mitigación Sector Residuos*.

INECC. (22 de Mayo de 2017). Actualiación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero - Sector Residuos. *Actualiación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero - Sector Residuos*. México, México, México: INECC.

INECC- SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico Nacional de Residuos extenso*.

INECC-SEMARNAT. (2015). *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas*. México: INECC/Semarnat.

INEGI. (2010). <http://www.beta.inegi.org.mx/>. Recuperado el 27 de septiembre de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/>:
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/default.html>

INEGI. (13 de junio de 2014). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Recuperado el 27 de septiembre de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx>:
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/censosgobierno/municipal/cngmd/2013/>

INEGI. (2015). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Recuperado el 27 de Septiembre de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx>:
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/default.html>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (s.f.). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>

International Solid Waste Association. (2010). *Landfill Operational Guidelines* (Segunda ed.). ISWA.

International Solid Waste Association. (2015). *Global Waste Management Outlook*. Japon: UNEP.

IPCC. (2006). *Capítulo 1, Introducción a las Directrices*.

IPCC. (2006). *Directrices IPCC, Volumen I, Orientación general y generación de informes*.

IPCC. (2006). *GARANTÍA DE CALIDAD, CONTROL DE CALIDAD Y VERIFICACIÓN, CAPITULO 6, VOLUMEN 1*.

IPCC. (2006). *Volumen 5, Residuos*.

IPCC. (2006). www.ipcc-nggip.iges.org. Recuperado el 02 de octubre de 2017, de www.ipcc-nggip.iges.org: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

IPCC. (2014). *ACM0022: Alternative waste treatment processes, Version 02.0*.

IPCC. (2017). *Intergovernmental Panel on Climate Change WMO, UNEP*. Obtenido de http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

IPCC. (s.f.). *Boletín de prensa IPCC*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/news_and_events/pdf/press/Outreach-Mexico-March2017.pdf

IPCC. (s.f.). *Capítulo 1, Introducción*. Obtenido de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_1_Ch1_Introduction.pdf

Kesicki, F. (2010 (a)). *Marginal Abatement Cost Curves for Policy Making – Expert-Based vs .Model-Derived Curves*.

Kesicki, F. (2010 (b)). *Marginal Abatement Cost Curves: Combining Energy System Modelling and Decomposition Analysis*.

Mckinsey & Co. (2009). *“Pathways to Low-Carbon Economy”: Version 2 of the Global Greenhouse gas Abatement Cost Curve*.

Methane to Markets. (2009). *Modelo mexicano de Biogás V2*.

OCDE. (25 de septiembre de 2017). <http://www.oecd.org>. Recuperado el 25 de septiembre de 2017, de <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=MUNW&lang=en>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (25 de septiembre de 2017). Municipal waste, Generation and Treatment. Paris, Francia.

SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos*. SEMARNAT.

SEMARNAT. (2015). *Alianza México-Canadá (AMC) 2015, Grupo de trabajo de medio ambiente*.

SEMARNAT-INE. (septiembre de 2006). <http://www.semarnat.gob.mx>. Recuperado el 6 de octubre de 2017, de <http://www.semarnat.gob.mx>: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/200277.pdf>

SEMARNAT-INE. (octubre de 2006). www.gob.mx. Recuperado el 20 de octubre de 2017, de www.gob.mx: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196519/Diagnostico_basico_pgir_2006.pdf

SEMARNAT-INECC. (2012). <http://www.inecc.gob.mx>. Recuperado el 20 de Octubre de 2017, de <http://www.inecc.gob.mx>: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf

SENER / GIZ . (2012). *Diseño del sistema de medición, reporte y verificación (MRV) para un proyecto de sustitución masiva de equipos energéticos eléctricos en el sector PyME*.

Stege, A. (26 de marzo de 2009). <https://www.globalmethane.org>. Recuperado el 2 de octubre de 2017, de <https://www.globalmethane.org>: https://www.globalmethane.org/documents/events_land_20090326_landfill-26mar09_intro_mexico_lfg_model_alex_stege.pdf

UNEP DTU Partnership. (2015). *NAMAs on Waste Management*.

UNFCCC. (2004). *Informando sobre el cambio climático*.

UNFCCC. (2008). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 13º período de sesiones, celebrado en Bali del 3 al 15 de diciembre de 2007*.

UNFCCC. (2014). *Handbook on Measurement, Reporting and Verification for developing country parties*.

USAID MEXICO. (2012). *PROGRAMA PARA EL DESARROLLO BAJO EN EMISIONES DE MÉXICO (MLED) VERIFICACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) LA V DE MEDICIÓN, REPORTE Y VERIFICACIÓN (MRV)*.

VEOLIA. (2017). *Planta de Termovalorización de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de México, Reunión Técnica*.

World Bank. (2011). *Viability of Current and Emerging Technologies for Domestic Solid Waste Treatment and Disposal: Implications on Dioxin and Furan Emissions.*

WRI. (2016). *MRV 101: UNDERSTANDING MEASUREMENT, REPORTING, AND VERIFICATION OF CLIMATE CHANGE MITIGATION.*

WRI, UNDP. (2014). *Diseño y preparación de las Contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional (INDC).*

Derechos Reservados © 2018

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña,
Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec,
Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Este trabajo se realizó con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo para la Sexta comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

