

Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos



Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de la República Dominicana

SECTOR RESIDUOS. Actualización Periodo 2010-2017.

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH


Presidencia de la República Dominicana
Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio

Por encargo de:
 Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de

I www.giz.de

Este documento forma parte del proyecto: Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC) de la República Dominicana, en los sectores cemento y residuos (proyecto ZACK) - Programa Iniciativa del Clima Internacional (IKI) realizado por la GIZ y el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

GIZ Santo Domingo
Calle Ángel Severo Cabral No. 5, Ens. Julieta,
Santo Domingo, República Dominicana
+1 809 541 1430
+1 809 683 2611

E info@giz.de

I www.giz.de

Autores:

Antonio Manuel Serrano

Ing. Ana Sofia Ovalle

Dr. Günter Eberz

Santo Domingo, República Dominicana

Fotografías/fuentes:

GIZ/Katrin Strehle

Referencias a URL:

La presente publicación contiene referencias a páginas web externas. Los contenidos de las páginas externas mencionadas son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. Al incluir una referencia por primera vez, la GIZ ha comprobado que los contenidos ajenos no den lugar a eventuales responsabilidades civiles o penales. Sin embargo, no puede esperarse un control permanente de los contenidos de las referencias a páginas externas sin que existan indicios concretos de una infracción de índole legal. Cuando la GIZ constate o sea informada por terceros que una página externa a la que ha remitido da lugar a responsabilidades civiles o penales, eliminará de inmediato la referencia a dicha página. La GIZ se distancia expresamente de tales contenidos.

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

Santo Domingo, República Dominicana
Diciembre 2018

Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático
de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de la República Dominicana

SECTOR RESIDUOS. Actualización Periodo 2010-2017.

Lista de Acrónimos

CH ₄	Gas Metano
CNCCMDL	Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio
CO ₂	Dióxido de Carbono
DOC	Carbono Orgánico Degradable
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
FOD	Descomposición de Primer Orden (en inglés)
INGEI	Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Alemana (en alemán)
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (en inglés)
LMD	Liga Municipal Dominicana
MCF	Factor de Corrección de Metano
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MIMARENA	Ministerio de Energía z Recursos Naturales
MIMARENA	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MRV	Medición, Reporte y Verificación
NAMA	Acciones de Mitigación Apropriadas al Contexto del País (en inglés)
NC	Comunicación Nacional (en inglés)
PIB	Producto Interno Bruto
QA/QC	Control de la calidad/ Aseguramiento de la calidad (en inglés)
RD	República Dominicana
RSM	Residuos Sólidos Municipales
SERS	Sitios de Eliminación de Residuos sólidos

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Estadísticas de Población y Producto Interno Bruto (2010 - 2017)	6
Cuadro 2: Composición y Caracterización de los Residuos	6
Cuadro 3: Valores por Defecto del MCF	7
Cuadro 4: Distribución de los Residuos por Tipo de Disposición	7
Cuadro 5: Fracción de Contenido Orgánico Degradable (DOC)	8
Cuadro 6: Metano recuperado en el vertedero Duquesa	8
Cuadro 7: Emisiones de CH ₄ del Sector Residuos Sólidos (2010 – 2017)	9
Cuadro 8: Resumen de Valores por Defecto	10
Cuadro 9: Resumen de Datos de Actividad (Volúmenes Generados)	11
Cuadro 10: Resumen de Datos de Actividad (Volúmenes Dispuestos)	11
Cuadro 11: Registro Emisiones de CH ₄ de la Disposición de Residuos (Gg)	12
Cuadro 12: Evaluación de Incertidumbre para la Disposición de Residuos	16

Índice de Figuras

Figura 1: Generación de Residuos en RD (miles de toneladas)	3
Figura 2: Árbol de Decisión para la Selección del Método de Cálculo	5
Figura 3: Serie histórica de las Emisiones de CH ₄ por Disposición de Residuos	13

Lista de Ecuaciones

Fórmula 1: Emisiones Basadas en la Disposición de Residuos	5
--	---

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES DEL SECTOR RESIDUOS	2
1.1 Situación Actual Relevante	2
1.2 Generación de Residuos	3
2. INVENTARIO DE EMISIONES 2010-2017	4
2.1 Descripción de la Fuente	4
2.2 Aspectos Metodológicos.....	4
2.3 Datos de Actividad	6
2.4 Parámetros del Modelo	7
2.5 Emisiones Calculadas.....	8
2.6 Exhaustividad del Inventario	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1 Elección del Método	10
3.2 Modelo Utilizado	10
3.3 Factores por Defecto	10
3.4 Datos de Actividad	11
3.5 Revisión Inventarios Anteriores.....	12
3.6 Series Históricas 2010-2017.....	12
4. EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE	14
4.1 Incertidumbre Atribuida al Método	14
4.2 Incertidumbre Asociada a los Datos	14
4.3 Incertidumbre Asociada a los Parámetros.....	15
5. GESTIÓN DE LA CALIDAD (QA/QC).....	17
5.1 Control de la Calidad.....	17
5.2 Criterios de Calidad.....	17
5.3 Aseguramiento de la Calidad	18
5.4 Generación de Informes	18
6. REFERENCIAS	19
ANEXOS	23

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe se enmarca en el Componente Desarrollo de NAMAs y Sistemas de MRV del Proyecto “Apoyo a la implementación del Plan DECCC en los sectores cemento y residuos sólidos”; ejecutado por la Agencia de Cooperación Alemana -GIZ y el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL). Este componente incluye -entre otros- realizar una actualización anual del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector cemento y para el sector residuos.

En este documento se incluye la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector residuos sólidos de la República Dominicana (RD) para su serie histórica 2010-2017. En este sentido, el análisis realizado incluye dos (2) gases de efecto invernadero (CO_2 y CH_4).

Para el periodo de análisis, las emisiones del sector pasaron de ser 97.30 Gg CH_4 en el 2010 a 160.84 Gg CH_4 en el 2017. Estos valores han sido estimados usando datos públicamente disponibles, y están correlacionados directamente a la población y la economía nacional.



La metodología utilizada en este inventario está basada en las Directrices del 2006 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para la Elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Volumen 5: Residuos; Capítulo 3: Eliminación de Residuos Sólidos). A estos efectos, por “Eliminación” se hace referencia a la Disposición. Por simplicidad, se excluyen los precursores (NO_x , CO , COVNM y SO_2).

Un resumen de los criterios y consideraciones incluidos se presenta a continuación:

Resumen del inventario de emisiones de GEI del sector residuos 2010-2015

Sector	Residuos
Renglón	Eliminación de Residuos Sólidos (residuos)
Categoría principal	Si
Gases incluidos	CH ₄
Descripción/ Definición de la categoría y/o fuente	El tratamiento y eliminación de los residuos sólidos (municipales, industriales y otros) produce cantidades significativas de metano, dióxido de carbono biogénico, compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, y cantidades pequeñas de óxido nitroso, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono. La descomposición de la materia orgánica derivada de fuentes de biomasa (i.e., cultivos y madera) produce un CO ₂ adicional; no obstante, estas emisiones se contabilizan en el Sector de Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo.
Ecuaciones utilizadas	$Emisiones\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$ <p>Donde: Emisiones de CH₄ = emisiones de metano provenientes de la disposición de residuos, en Gg T = año del inventario x = categoría o tipo de residuo y/o de material R_T = CH₄ recuperado durante el año T, en Gg OX_T = factor de oxidación durante el año T (fracción)</p>
Observaciones	Para la generación de residuos municipales se usa una media de 490 kg/hab/año, con un porcentaje de recogida de 83%. En el caso de los residuos industriales se utiliza un estimado de 14,150 toneladas por mil millones de dólares del PIB.
Referencia	IPCC, 2006: Directrices del 2006 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para la Elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Volumen 5: Residuos; Capítulo 3: Eliminación de Residuos).
Metodología y Justificación	En la República Dominicana la generación de residuos es una categoría considerada como importante/relevante en el inventario y, al efecto, dichas emisiones deben considerarse. Como no hay datos públicamente disponibles de residuos a nivel de sitio de disposición, se selecciona el método de segundo nivel (Tier2), que relaciona residuos con la población.
Métodos de control de calidad (QC) y de aseguramiento de la calidad (QA)	Los cálculos han sido elaborados en base a información públicamente disponible. Los datos son almacenados en los archivos del Proyecto ZACK, teniendo una copia de respaldo; y distribuyendo copias electrónicas al CNCCMDL y MIMARENA.

En el cuerpo del presente documento, se incluyen todas las consideraciones metodológicas y de rigor para la socialización del inventario actualizado y para su monitoreo regular.

INTRODUCCIÓN

El presente informe se enmarca en el Componente Desarrollo de NAMAs y Sistemas de MRVs del proyecto “Apoyo a la Implementación del Plan DECCC en los Sectores Cemento y Residuos”. Este incluye, entre otros, actualizar el inventario nacional de emisiones de GEI para el sector residuos y fortalecer las capacidades nacionales para su actualización y mejora.

El documento, comprende de la siguiente información:

1. Informe del *“Inventario nacional de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal”* del Sector Residuos de la República Dominicana. Esto implica una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de residuos (específicamente para la disposición de residuos) para el periodo 2010-2017.
2. La estimación de la serie histórica de emisiones de GEI desde el año 2000 hasta el año 2017 inclusive; y la revisión de los inventarios existentes (1990, 1994, 1998, 2000, 2010 y 2015).
3. Informe metodológico con la documentación de los procesos desarrollados en la elaboración del inventario, serie histórica y fichas de datos, obtención y manejo de los datos, metodologías utilizadas, análisis de incertidumbre, y control de calidad.

Para efectos de este trabajo, se han utilizado las Directrices del 2006 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para la Elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Volumen 5: Residuos; Capítulo 3: Eliminación de Residuos Sólidos). Estas directrices no incluyen fuentes y gases nuevos, de los incluidos en las directrices del 1996 (usadas en las comunicaciones nacionales), pero si actualizan los métodos publicados anteriormente. Las directrices han sido actualizadas en la medida que ha mejorado el conocimiento científico y técnico desde la publicación de las directrices anteriores (o de su aplicación en las comunicaciones nacionales).

Los datos utilizados en la actualización del inventario son los provistos por fuentes oficiales relevantes al sector. Sobre este particular, se incluye una serie de recomendaciones para mejora del inventario de cara a futuros ejercicios; integrando la utilización de un método más avanzado basado en datos locales, para reducir incertidumbres.

Al final, se incluyen las referencias y las hojas de cálculo utilizadas. Además, se presenta un listado actualizado de contactos relevantes del sector.

1. GENERALIDADES DEL SECTOR RESIDUOS

1.1 Situación Actual Relevante

Según las “Estimaciones y Proyecciones Nacionales de Población 1950-2100” publicadas por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), la población total de la República Dominicana al 2017 ascendió a 10,169,172 personas. El porcentaje de composición de la población es de 80.3% urbana y 19.7% rural. La densidad poblacional es de 210 hab/Km². Los territorios con mayor población son: la Provincia Santo Domingo y el Distrito Nacional, Santiago, San Cristóbal, La Vega, Puerto Plata y San Pedro de Macorís. La provincia de Santo Domingo aglomera la mayor población urbana, con 2,753,219 personas, seguida por el Distrito Nacional con 1,022,236 personas y Santiago con 1,022,916.

Al 2017, República Dominicana se encuentra dividida en 10 regiones administrativas, 31 provincias y un Distrito Nacional; 158 municipios y 231 distritos municipales. Cada Municipio cuenta con un Ayuntamiento, cada Distrito Municipal con una Junta Distrital.

Los servicios de recolección de los residuos sólidos municipales (RSM), así como el manejo de la mayoría de las instalaciones de disposición final (vertederos), son realizados en cada Municipio y el Distrito Nacional de la República Dominicana, mediante sus instancias administrativas: Ayuntamientos y Juntas Distritales. Estas instancias están encargadas por atribuciones previstas en la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (64-00) Arts. 106-108, La Ley del Distrito Nacional y los Municipios (176-07) Art. 20, y la Norma de Residuos Sólidos Ambiental de Residuos Sólidos No Peligrosos (NA-RS-001-03), y otras reglamentaciones emitidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

En los Ayuntamientos del país se cuenta con un Departamento de Limpieza encargado de la recolección de los RSM, incluyendo desechos de centros de salud, comercios e industrias. En coordinación con el Departamento de Limpieza y a veces unificados, trabaja el Departamento de Ornato que se encarga del mantenimiento y limpieza de áreas verdes, parques y monumentos. Se une al trabajo del Departamento de Limpieza, el Departamento de Transportación, encargado del control y mantenimiento de los vehículos del Ayuntamiento, incluyendo los asignados al servicio de basuras.

La Oficina Nacional de Estadísticas, reporta datos oficiales sobre formas de manejo y eliminación de residuos; destacándose prácticas no sostenibles como la quema de residuos (45.2%) y el vertido incontrolado (15.4%, en especial a nivel rural). También resulta notable que en las zonas urbanas 6.6% realiza vertido incontrolado y 5.2% realiza quema de residuos indiscriminadamente. Igualmente, en todo el país, el nivel de servicio de recogida de residuos es aún muy bajo: en las zonas rurales sólo es 39.2%. Esto contribuye al vertido “al aire libre” y su consecuente impacto sobre las fuentes de agua, otros recursos naturales y afectaciones a la salud y el medio ambiente.

1.2 Generación de Residuos

En la sección de Datos de Actividad para la data de generación fue estimada por los criterios siguientes: se tomó como base la población nacional censada y proyectada 1960-2017. La data del Censo de Población y Vivienda (ONE, 2010) que permite la proyección corregida de población y estimación de generación para el rango temporal 2010-2017.

Los datos de composición de desechos ingresados toman como base los estudios de caracterización y generación realizados en el país. Se realiza una extrapolación con los datos regionales disponibles; seguidamente, para establecer una secuencia de data de generación anual, fueron establecidos incrementos de 20 kg. Este dato surge de los juicios de expertos considerando las nuevas circunstancias de la economía dominicana que se reflejan en un incremento en el consumo de productos, bienes y servicios (sobre todo en la población urbana) y especialmente por el aumento en la última década de la población fluctuante y estacionaria (migraciones haitianas, turistas que principalmente se encuentran en hoteles todo incluido).

El cálculo logra la determinación ponderada para establecer un incremento promedio sobre la generación anual. Para los datos de composición se establecieron datos promediados cada diez (10) años en la serie temporal, tomando como base los materiales presentados en los estudios mencionados, según se muestra en la *Figura 1*.

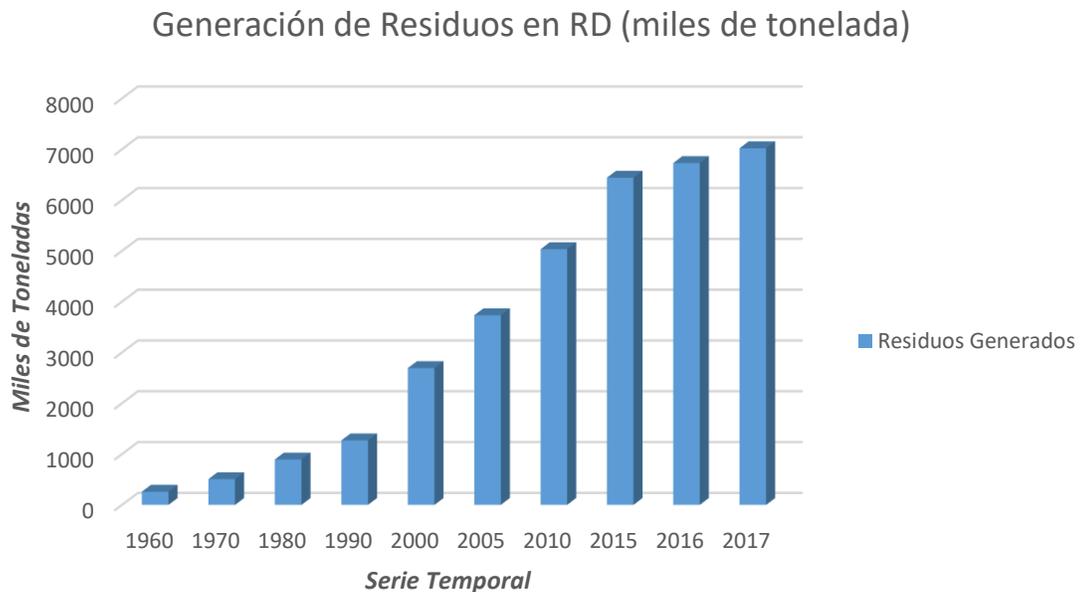


Figura 1: Generación de Residuos en RD (miles de toneladas)

Basado en datos provistos por la Oficina Nacional de Estadísticas y el Banco Central.

2. INVENTARIO DE EMISIONES 2010-2017

2.1 Descripción de la Fuente

En tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos (municipales, industriales y otros) producen cantidades significativas de metano (CH_4). Además del CH_4 , en los sitios de eliminación de residuos sólidos (SERS) se producen también dióxido de carbono biogénico (CO_2), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), y cantidades pequeñas de óxido nitroso (N_2O), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO). La descomposición de la materia orgánica derivada de fuentes de biomasa (i. e., cultivos y madera) es la fuente principal de liberación de CO_2 a partir de residuos; no obstante, estas emisiones no están incluidas en los totales nacionales porque el carbono es de origen biogénico y las emisiones netas se contabilizan en el Sector AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo). Las metodologías para los COVDM, NO_x y CO están cubiertas por otras convenciones -como el *Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia*. Las emisiones de N_2O no son significativas.

2.2 Aspectos Metodológicos

La metodología del IPCC para estimar las emisiones de CH_4 provenientes de los SERS se basa en el método de *descomposición de primer orden* (FOD). Este método se basa en la hipótesis de que el carbono orgánico degradable (DOC) de los residuos se descompone lentamente a lo largo de unas pocas décadas, durante las cuales se forman el CH_4 y el CO_2 . Si las condiciones permanecen constantes, la generación del CH_4 dependerá de la cantidad de carbono restante en los residuos: por lo que las emisiones serán mayores durante los primeros años, e irán decayendo a medida que el carbono degradable de los residuos sea consumido por las bacterias que lo descomponen.

Existen diversos métodos para calcular las emisiones asociadas a la disposición de residuos.

- En el método de Primer Nivel (Tier 1), se basa en la metodología FOD que usa principalmente datos por defecto de la actividad y parámetros por defecto. Es el adoptado por el IPCC.
- En el método de Segundo Nivel (Tier 2), se utiliza el método FOD del IPCC y algunos parámetros por defecto, pero requieren datos de la actividad específicos del país (sobre la eliminación actual e histórica de residuos en los SERS). Los datos históricos sobre la eliminación de residuos para diez (10) años o más deben basarse en estadísticas específicas del país, estudios u otras fuentes similares. Se necesitan los datos sobre las cantidades eliminadas en los SERS.
- El método de Tercer Nivel (Tier 3), se basa en el uso de datos específicos de la actividad del país, (como en el Tier 2) y en el uso del método FOD con: (a) parámetros principales desarrollados al nivel nacional, o (b) parámetros específicos del país derivados de mediciones. Los parámetros principales incluyen la vida media, el potencial de generación de metano (L_0), el contenido DOC en los residuos, y la fracción de DOC que se descompone (DOC_f). Estos parámetros pueden basarse en mediciones, estimaciones, o datos públicamente disponibles.

Si se considera que los datos disponibles son poco fiables o muy inciertos, entonces la buena práctica es usar el Tier 2. No obstante, la elección del método más apropiado debe basarse en las *circunstancias nacionales*, en especial las relacionadas al acceso a información.

La figura 2 ilustra el proceso para la elección del método de cálculo basado en la data disponible.

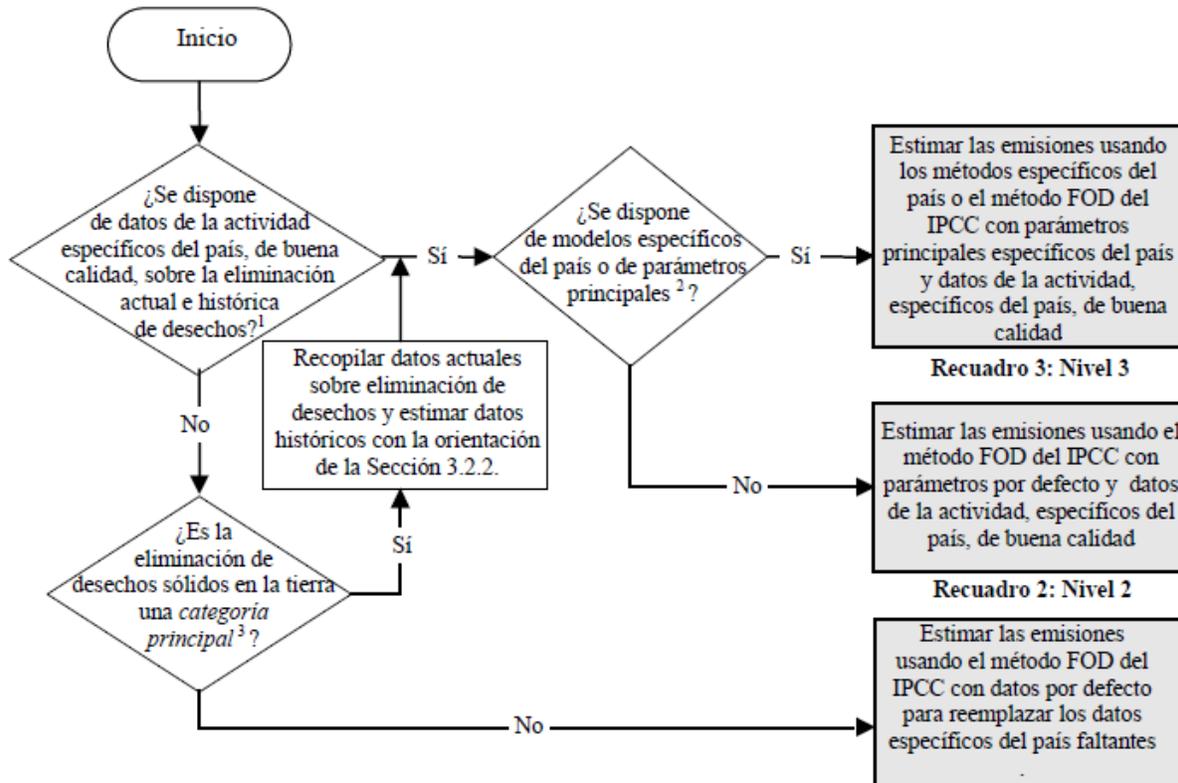


Figura 2: Árbol de Decisión para la Selección del Método de Cálculo

Fuente: IPCC (2006)

Con base en la información disponible públicamente, el presente documento emplea el método de segundo nivel (Tier 2) para la estimación de emisiones de CH₄ de la disposición de residuos.

Con el Tier 2, las emisiones de CO₂ asociadas a la disposición de residuos sólidos se calculan como:

Fórmula 1: Emisiones Basadas en la Disposición de Residuos

$$Emisiones\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$$

Donde:

- Emisiones de CH₄ = emisiones de metano provenientes de la disposición de residuos, en Gg
- T = año del inventario
- x = categoría o tipo de residuo y/o de material

R_T = CH₄ recuperado durante el año T, en Gg
 OX_T = factor de oxidación durante el año T (fracción)

2.3 Datos de Actividad

Los datos de actividad se obtienen a partir de estadísticas de la población a la que se le realiza el servicio de recogida de residuos y el Producto Interno Bruto (PIB). El Banco Central de la República Dominicana reporta estadísticas actualizadas del PIB, mientras que la Oficina Nacional de Estadísticas provee la data de población para el periodo de análisis (2010-2017).

Cuadro 1: Estadísticas de Población y Producto Interno Bruto (2010 - 2017)

Año	Población ^a (millones Hab)	PIB ^b (millones USD)
2010	9.48	53,890
2011	9.58	58,075
2012	9.68	60,740
2013	9.78	62,724
2014	9.88	66,151
2015	9.98	68,890
2016	10.07	72,418
2017	10.17	76,038

Fuentes: a) Oficina Nacional de Estadísticas, 2016.
 b) Banco Central, 2016.

En el caso de la generación de residuos municipales, en el epígrafe 2.1, se describe la obtención de los datos, tomando como “inputs” los estudios nacionales de generación de residuos per cápita y realizando una extrapolación según el incremento anual decidido por la mesa de expertos del sector, con un porcentaje de recogida de 83% (ONE, 2012). En el caso de los residuos industriales se utiliza un estimado que correlaciona la cantidad de estos residuos con el PIB (en dólares actuales). Basado en el inventario más reciente de residuos industriales (ECORED, 2010), se ha estimado una tasa anual de unas 14,150 toneladas por mil millones de dólares del PIB.

En cuanto a la composición de los residuos, se han tomado como base los estudios de caracterización y generación realizados en el país¹ (suministrado por el Ministerio de Medio Ambiente, 2018).

Cuadro 2: Composición y Caracterización de los Residuos

Residuo	Valor Adoptado	Comentario
Alimentos	51%	
Poda	8%	
Pañales desechables	2%	
Papel	11%	
Madera	0%	

¹ Ver relación de estudios nacionales de caracterización y generación de residuos del país en Bibliografía.

Textiles	3%	
Plásticos	26%	Incluye otros materiales inertes

Fuente: Estudios nacionales de caracterización de residuos del país (MIMARENA, 2018).

2.4 Parámetros del Modelo

Hay cuatro (4) parámetros esenciales para poder aplicar el modelo: estos son el valor de corrección para el metano (MCF), la distribución de los residuos por tipo de gestión que se realiza en el sitio de disposición (referido a la calidad del manejo), el factor de oxidación (Ox), y la fracción de carbono orgánico (DOC) de los residuos que es degradable en las condiciones de disposición.

En ausencia de data local, se ha utilizado el valor de MCF que provee el IPCC por defecto. Estos valores son iguales para los residuos municipales e industriales (ambos son dispuestos por igual).

Cuadro 3: Valores por Defecto del MCF

Residuo	Municipal					Industrial					
	Manejo	No Manejado poco profundo	No manejo profundo	Manejo	Manejo semi aeróbico	Sin categorizar	No Manejado poco profundo	No manejo profundo	Manejo	Manejo semi aeróbico	Sin categorizar
IPCC		0.4	0.8	1.0	0.5	0.6	0.4	0.8	1.0	0.5	0.6
Usado		0.4	0.8	1.0	0.5	0.6	0.4	0.8	1.0	0.5	0.6

Fuente: IPCC, 2006.

En el caso de la distribución de los residuos por tipo de tratamiento (referido a su disposición final), los porcentajes establecidos para el cálculo de estimación de MCF (Factor de Corrección de Metano) se definieron bajo un análisis del grupo de expertos del sector, tomando en cuenta que la mayor población del país se encuentra concentrada en las áreas urbanas de Santo Domingo (vertedero Duquesa) y Santiago (vertedero Rafey).

Cuadro 4: Distribución de los Residuos por Tipo de Disposición

Residuo	Municipal					Industrial					
	Manejo	No Manejado poco profundo	No manejo profundo	Manejo	Manejo semi aeróbico	Sin categorizar	No Manejado poco profundo	No manejo profundo	Manejo	Manejo semi aeróbico	Sin categorizar
IPCC		25%	30%	25%	5%	15%	25%	30%	25%	5%	15%
Usado		20%	45%	0%	30%	5%	20%	45%	0%	30%	5%

Fuente: IPCC, 2006.

La fracción de carbono orgánico degradable por tipo de residuo es la indicada a continuación.

Cuadro 5: Fracción de Contenido Orgánico Degradable (DOC)

Residuo	Rango	Valor
Alimentos	0.08 - 0.20	0.15
Poda	0.18 - 0.22	0.20
Papel	0.36 - 0.45	0.40
Madera	0.39 - 0.46	0.43
Textiles	0.20 - 0.40	0.24
Pañales	0.18 - 0.32	0.24
Industriales	0.00 - 0.54	0.15

Fuente: IPCC, 2006.

Por guía de la metodología, el factor de oxidación del metano (OX) se considera como cero (0).

Otros datos contabilizados que se presentan a continuación son los resultados de Monitoreo de Captura de Metano en Vertedero Duquesa, en el marco del proyecto MDL que fue ejecutado en esta instalación².

Cuadro 6: Metano recuperado en el vertedero Duquesa.

Periodos de Monitoreo	Total de emisiones reducidas tCO ₂ eq	Metano recuperado Gg CH ₄
1. 07/06/2010 - 30/09/2010	11,652	1.22
2. 01/10/2010 - 19/06/2011	41,843	2.71
3. 20/06/2011 – 09/11/2011	28,017	

Fuente: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1242828888.09/view>

2.5 Emisiones Calculadas

Las emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de residuos se estimaron a un nivel (Tier 2), basado en data disponible públicamente. Para los cálculos de las emisiones, se ha utilizado el modelo de descomposición de primer orden y se han utilizado valores específicos del país y por defecto del IPCC.

² <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1242828888.09/view>

Cuadro 7: Emisiones de CH₄ del Sector Residuos Sólidos (2010 - 2017)

Año	Emisiones (en Gg)					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	HFC	PFC
2010	n/A	97.2946	n/A	n/A	n/A	n/A
2011	n/A	106.2592	n/A	n/A	n/A	n/A
2012	n/A	118.6732	n/A	n/A	n/A	n/A
2013	n/A	127.7117	n/A	n/A	n/A	n/A
2014	n/A	136.2751	n/A	n/A	n/A	n/A
2015	n/A	144.6076	n/A	n/A	n/A	n/A
2016	n/A	152.7559	n/A	n/A	n/A	n/A
2017	n/A	160.8447	n/A	n/A	n/A	n/A

Elaboración propia.

2.6 Exhaustividad del Inventario

La principal diferencia de las Directrices del IPCC del 2006 con respecto a las Guía de Buenas Prácticas y a las Directrices de 1996 es que esta última se concentraba en las emisiones procedentes de los sitios de eliminación. Sin embargo, actualmente se reconoce que a menudo existe un aporte significativo a las emisiones a partir de otros tipos de residuos; por lo que las Directrices del 2006 hacen la distinción (y al efecto proporcionan datos por defecto y metodologías para estimar la generación y el contenido de DOC) de los tipos de residuos siguientes:

- Residuos sólidos municipales
- Lodos de aguas servidas
- Residuos sólidos industriales
- Residuos de plantas de tratamiento mecánico y biológico

En adición, las Directrices del 2006 no contabilizan las emisiones de CO₂ ni de N₂O.

Las emisiones de CH₄ estimadas en este documento son menores a las calculadas en el INGEI 2010. Esto se atribuye a debilidades detectadas en los datos, parámetros y el modelo de cálculo³.

³ En el proceso de actualización del inventario, no se encontraron evidencias sobre el origen de los datos utilizados en el INGEI 2010 para la estimación de las emisiones de CO₂ del sector residuos. Al respecto, las buenas prácticas apuntan a la validez del inventario incluidos en este documento. Esto puede cambiar o conciliarse en futuras actualizaciones, siempre que se utilicen datos oficiales públicamente disponibles.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Elección del Método

En la Sección 2.2 se presentaron los tres métodos que -según las metodologías del IPCC- se pueden utilizar para estimar las emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de residuos. Para efectos del presente inventario, la estimación de la serie histórica 2010-2017 se realizó con el método de cálculo de segundo nivel (Tier 2). No existen datos para aplicar el método Tier 3.

3.2 Modelo Utilizado

En la República Dominicana la generación de residuos es una categoría principal de fuente de emisiones. Por esta razón, se emplea el método de segundo Nivel (Tier 2) para la estimación y cálculo de las emisiones de CH₄, utilizando un modelo de descomposición de primer orden.

3.3 Factores por Defecto

Se han utilizado valores por defecto para el factor de corrección de metano, la proporción de carbono orgánico degradable y factor de oxidación. Estos valores son conservadores y pueden mejorarse al utilizar Tier 3.

Cuadro 8: Resumen de Valores por Defecto

Parámetro	Valor	Año	Referencia	Procedimiento de QA/QC	Datos ingresados correctamente a los modelos de cálculo usados
DOC	Comida = 0.15 Papel = 0.40 Madera = 0.43 Textiles = 0.24 Industrial = 0.15	2010	IPCC, 2006	Adecuado	Valor por defecto del IPCC
		2011			
		2012			
OX	0%	2013		Adecuado	Valor por defecto del IPCC
		2014			
MCF	Gestionado anaeróbico = 1.0 Gestionado semi aeróbico = 0.5 No gestionado – profundo = 0.8 No gestionado – superficial = 0.4 Sin categorizar = 0.6	2015		Adecuado	Valor por defecto del IPCC
		2016			
		2017			

Elaboración propia.

3.4 Datos de Actividad

Los datos de generación de residuos sólidos municipales son obtenidos a partir de la población urbana y un promedio de generación per cápita anual extraído de los estudios que existen del país, mientras que los residuos sólidos industriales son estimados a partir del PIB nacional. Mientras que la data sobre la población es la provista por la Oficina Nacional de Estadísticas, las de PIB son las publicadas por el Banco Central. Estas estadísticas, son similares a las ofrecidas por algunas agencias y organismos internacionales (i.e., Naciones Unidas y Banco Mundial).

Cuadro 9: Resumen de Datos de Actividad (Volúmenes Generados)

Tipo de Residuos	Driver	Año	Valor	Unidad	Referencia	Generación		Total (Gg)
						Valor	Unidad	
Residuos Sólidos Municipales	Población Nacional Urbana	2010	6.99	Millones de Habitantes	Oficina Nacional de Estadísticas, 2018	720	kg/hab/año	5,034.38
		2011	7.17			740		5,307.65
		2012	7.35			760		5,585.22
		2013	7.52			780		5,868.84
		2014	7.69			800		6,153.51
		2015	7.85			820		6,440.45
		2016	8.01			840		6,729.31
		2017	8.16			860		7,020.61
Residuos Sólidos Industriales	Producto Interno Bruto	2010	53,890	Millones de USD	Banco Central, 2016	14.15	Gg/\$m PIB	762.54
		2011	58,075					821.75
		2012	60,740					859.47
		2013	62,724					887.55
		2014	66,151					936.03
		2015	68,890					974.79
		2016	72,418					1,024.72
		2017	76,038					1,075.94

Elaboración propia.

Cuadro 10: Resumen de Datos de Actividad (Volúmenes Dispuestos)

Año	Tipo de Residuos (Gg)								QA/QC
	Comida	Poda	Papel	Madera	Textiles	Pañales	Inerte	Industrial	
2010	2,111	338	442	0	112	94	1,080	763	Adecuado
2011	2,226	356	466	0	118	100	1,139	822	
2012	2,342	375	490	0	124	105	1,198	859	
2013	2,461	394	515	0	131	110	1,259	888	
2014	2,580	413	540	0	137	115	1,320	936	
2015	2,701	432	565	0	143	121	1,382	975	
2016	2,822	452	590	0	150	126	1,444	1,025	
2017	2,944	471	616	0	156	132	1,506	1,076	

Elaboración propia.

3.5 Revisión Inventarios Anteriores

A continuación, se presenta una tabla comparativa de estimación de las emisiones de CO₂ para los años publicados en las comunicaciones nacionales. Por cuestiones de rigor metodológico, estos inventarios son comparados en base a la información contenida en el presente estudio.

Cuadro 11: Registro Emisiones de CH₄ de la Disposición de Residuos (Gg)

Año	NC1	NC2	NC3	INGEI 2010-2015	INGEI 2010-2017
1990	58.0200	26.1700			
1994	110.7900	29.7200			
1998		31.6800			
2000		33.1300			
2010			149.7800	102.4876	97.2946
2015				125.9821	144.6076
2016					152.7559
2017					160.8447

Basado en las comunicaciones nacionales de la República Dominicana a la CMNUCC.

De la revisión efectuada, se observa que la diferencia entre los distintos inventarios incluidos en las Comunicaciones Nacionales se deriva de las estimaciones de volumen de residuos generados -domésticos e industriales, la cantidad de residuos dispuestos, y el método de disposición aplicado. No obstante, el uso de los datos nacionales de generación y caracterización de residuos hace que los resultados incluidos en este reporte sean los más precisos. Existen otras diferencias por variaciones en los datos de actividad, ya que las comunicaciones nacionales estimaron las emisiones en base a valores por defecto (Tier 1), mientras que el actual se basa en datos nacionales (Tier 2).

3.6 Series Históricas 2010-2017

A continuación, se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero para la serie histórica 2010-2017 para la disposición de residuos en la República Dominicana. A estos fines, se han utilizado los datos incluidos en los inventarios reportados en las comunicaciones nacionales, y los modelos de cálculo incluidos en este documento. Se ha incluido también, la data disponible desde 1960 (logrando una serie de datos de más de 50 años, tal y como recomienda la metodología).

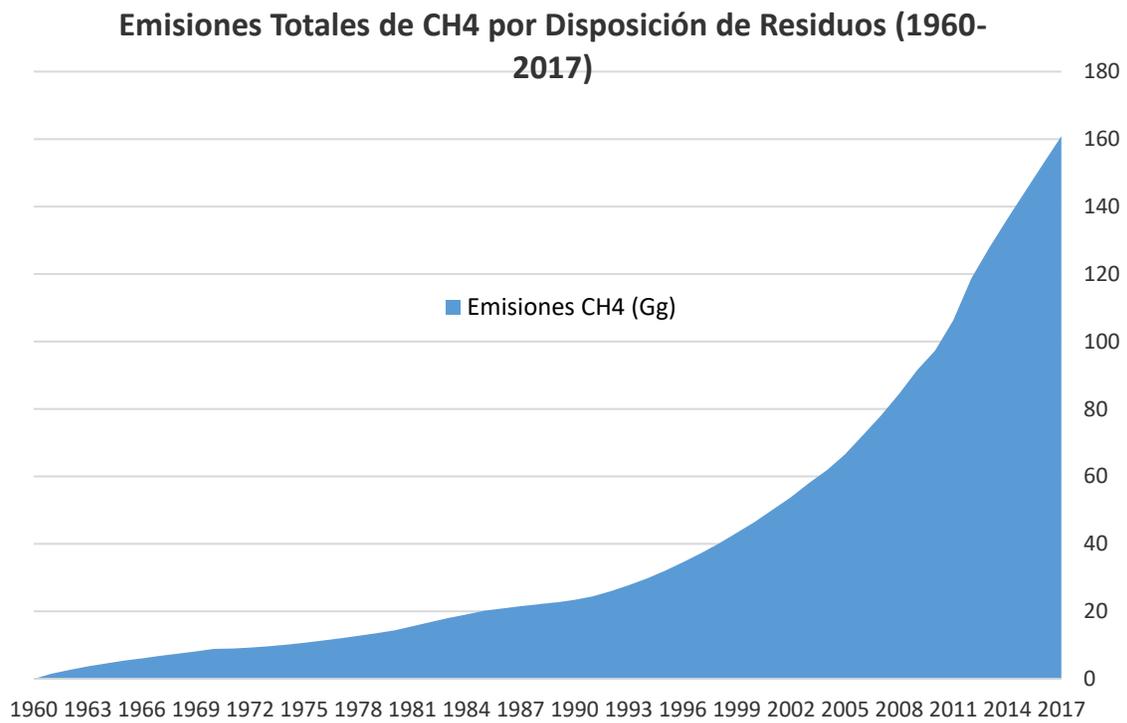


Figura 3: Serie histórica de las Emisiones de CH₄ por la Disposición de Residuos
Elaboración propia.

4. EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

4.1 Incertidumbre Atribuida al Método

Las incertidumbres en el uso del modelo FOD pueden dividirse en: (a) las incertidumbres en la cantidad total de CH₄ que se forma a lo largo de la vida útil de los sitios de disposición de residuos y (b) las incertidumbres asociadas a la distribución de esta cantidad a través de los años.

- a) Las incertidumbres en la cantidad total de CH₄ formado durante la vida útil del sitio de disposición se basan en las incertidumbres en la cantidad y la composición de los residuos eliminados, su descomposición (DOC) y el factor de corrección para el metano (MCF).
- b) Las incertidumbres en la distribución de la generación de CH₄ a través de los años dependen, en gran medida, de la situación específica. Si las cantidades de residuos eliminadas y las prácticas de gestión de residuos se desarrollan lentamente a través del tiempo, la incertidumbre debida al modelo será baja. Sin embargo, cuando las cantidades de residuos o su composición cambian significativamente, los errores del modelo son importantes⁴.

4.2 Incertidumbre Asociada a los Datos

La calidad de las estimaciones de las emisiones de CH₄ tiene relación directa con la calidad y la disponibilidad de datos sobre generación, composición y gestión de los residuos. En este campo, los datos de actividad incluyen el total de residuos sólidos municipales, el total de los residuos industriales, la composición de los residuos y la fracción de estos enviados a sitios de disposición.

La generación de residuos puede estimarse a partir de la población (urbana) y de los índices de generación per cápita. En todo caso, existe una incertidumbre asociada a la porción de la población cuyos residuos son recolectados (generalmente sólo se recolectan en las poblaciones urbanas, las cuales pueden fluctuar diaria o estacionalmente por migración de la fuerza de trabajo).

La incertidumbre de los datos sobre disposición de residuos depende de cómo se obtienen los datos. Por ejemplo, si las cantidades se determinan mediante pesaje la incertidumbre será menor que si se basa en otros criterios (i.e., como la capacidad de los camiones de recogida, etc.).

Si se recuperan materiales en los lugares de disposición final (recuperación informal), esto debe tomarse en cuenta junto a los datos de eliminación de residuos pues, de lo contrario, aumenta la incertidumbre en dichos datos. La recuperación informal de residuos reciclables aumenta también las incertidumbres en la composición de los residuos eliminados y el DOC de estos.

⁴ La mejor manera de evaluar el error debido al modelo en un caso específico puede obtenerse -según las buenas prácticas- mediante un análisis de sensibilidad, variando los valores dentro de intervalos de error supuestos o con un *Análisis de Monte Carlo* que use el modelo y que relacione las variables pertinentes.

4.3 Incertidumbre Asociada a los Parámetros

Factor de corrección para el metano (MCF): este acarrea una incertidumbre asociada al tipo de sitio de disposición, ya que estos valores de MCF se basan en estudios experimentales y dictamen de expertos, y no en datos medidos. Asimismo, existe otra incertidumbre adicional, derivada de la clasificación de los diferentes tipos de sitio de disposición, que se basa en opinión de expertos. Pocos países -o ninguno- puede clasificar sus sitios de disposición de residuos no gestionados en profundos y poco profundos basándose en datos medidos; igual puede resultar difícil determinar los sitios que cumplen con los criterios del IPCC para los sitios gestionados.

Carbono orgánico degradable (DOC): en los valores del DOC hay dos fuentes de incertidumbre: la asociada a la determinación de los diferentes tipos de residuos y/o materiales (papel, alimentos, etc.) y su contenido de humedad; y la incertidumbre de la composición de los residuos (la cual varía entre las poblaciones, hogares y estaciones). La incertidumbre en DOC es muy alta.

Fracción de CH₄ en el biogás (F): a la fracción metano generado se le asigna generalmente un valor de 0.5, pero puede variar hasta 0.55 según varios factores. La incertidumbre de esta cifra es relativamente baja, ya que depende mucho de la estequiometría de la reacción química que produce el CH₄. Como la concentración de CH₄ en el biogás recuperado puede ser inferior a la real (dilución potencial por el aire), los valores de F no necesariamente serán representativos.

Recuperación de metano (R): la recuperación de CH₄ corresponde a la cantidad de CH₄ generado en los sitios de disposición que se recupera (y se quema en antorcha o se usa para generar energía). La incertidumbre depende del método utilizado para estimar la recuperación de CH₄; si se mide, la incertidumbre es relativamente pequeña comparada con otros métodos, por ejemplo, a través de la estimación de la eficiencia de los equipos de recuperación de metano.

Factor de oxidación (OX): el factor de oxidación es muy incierto porque es difícil de medir, varía considerablemente con el espesor y la naturaleza del material de la cubierta, las condiciones atmosféricas y el clima, el flujo de metano y las fugas de metano a través de las fisuras del material de la cubierta. Los estudios de campo y de laboratorio que determinan la oxidación del CH₄ sólo a través de capas de suelo uniforme y homogéneas pueden conducir a sobreestimaciones de la oxidación en los suelos de la cubierta de los vertederos. Al utilizar un valor nulo en el cálculo, la incertidumbre asociada a este parámetro no se requiere.

Cuadro 12: Evaluación de Incertidumbre para la Disposición de Residuos

Parámetro	Valor	Comentario
Total de residuos sólidos generados	±30%	Para países que recopilan datos regularmente
Fración enviada a sitios de disposición	±30%	
Composición (caracterización)	±30%	
DOC (Carbono orgánico degradable)	±20%	Para los valores por defecto del IPCC
MCF = 1.0 = 0.8 = 0.5 = 0.4 = 0.6	-10%, +0% ±20% ±20% ±30% -50%, +60%	Para los valores por defecto del IPCC
F (Contenido de CH ₄ en el biogás)	±5%	Para los valores por defecto del IPCC
R (Recuperación de metano)	±10%	Los datos son medidos en el sitio (Duquesa)
Factor de oxidación (OX)	±0%	No se requiere si se usa un valor nulo

Basado en IPCC, 2006.

En cuanto a la vida media, existe una alta incertidumbre por lo difícil que resulta medir las tasas de descomposición bajo condiciones equivalentes a las predominantes a los sitios reales.

5. GESTIÓN DE LA CALIDAD (QA/QC)

5.1 Control de la Calidad

Se realizaron exámenes de los datos y de los cálculos realizados para asegurar la integridad y exhaustividad de la información, con el fin de identificar errores y/o posibles omisiones a lo largo de todo el proceso de elaboración del inventario. Además, se hicieron controles de calidad sobre los datos de actividad, parámetros usados, y en la implementación del modelo.

- Se revisaron los parámetros utilizados, tanto por las comunicaciones nacionales, como por la data provista por algunos documentos/informes disponibles localmente.
- Se revisaron los datos de actividad a nivel nacional (generación y caracterización de residuos) en la serie histórica 1960-2017. Existen datos consistentes y verificables sobre este período de análisis.
- Las referencias y origen de los datos durante el período 1960-2017 no muestran variaciones significativas que tengan impacto sobre los resultados para el periodo cubierto (2010-2017).
- Se compararon los datos de la actividad con datos económicos (PIB, población, recogida de residuos) a fin de encontrar explicación a las variaciones de los datos de actividad.
- Se compararon las emisiones calculadas con las emisiones informadas en inventarios anteriores, tendencias históricas y cálculos de referencia lográndose asegurar que los valores obtenidos en el presente inventario se encontraran dentro de un rango razonable.
- Se observa que la Tercera Comunicación Nacional utiliza data para el periodo 1970-2010, aunque no explica la razón de la omisión de los primeros 10 años.

5.2 Criterios de Calidad

En la preparación del inventario se han considerado los siguientes criterios de calidad:

Coherencia y exhaustividad: se realizó un examen de coherencia y exhaustividad usando datos históricos disponibles. Los niveles de emisión de esta categoría no variaron bruscamente de un año a otro. Tampoco se observaron cambios importantes e inexplicables en las emisiones.

Examen del orden de magnitud: se comparó el orden de magnitud de las emisiones estimadas en este inventario con respecto a las informadas en los ejercicios pasados. Los datos de emisiones fueron significativamente diferentes a los obtenidos previamente, pero han sido revisados.

Cálculos de Referencia: Se revisaron los cálculos de referencia utilizados para calcular las emisiones. La metodología empleada son las del IPCC del 2006 (antes se usaron las de 1996).

5.3 Aseguramiento de la Calidad

Siguiendo las recomendaciones y buenas prácticas propuestas por las Directrices del IPCC, se ha realizado un análisis del informe completo. Dicha revisión parte de la selección de metodologías empleadas, modelos de cálculo, datos de actividad y parámetros aplicables descritos; corroborando el origen y documentación soporte de la información declarada. Con respecto a los resultados de las emisiones, no se reprocesan cálculos a nivel de sitios individuales de disposición.

5.4 Generación de Informes

Se distribuirán informes contentivos de este inventario a los actores clave relevantes al mismo. Este grupo incluye al CNCCMDL, Liga Municipal Dominicana, FEDOMU y Ministerio de Ambiente. No se considera remitir informes a otras entidades que han provisto datos (i.e., Banco Central).

La modalidad de obtención de la información fue realizada a través de contactos telefónicos y vía correo electrónico, donde se informó y envió al referente un documento con la información requerida para realizar las estimaciones. Estos referentes han respondido a tiempo con datos directos y referencias a páginas web donde son publicadas las informaciones requeridas.

Sin disponer de nuevas actualizaciones ni datos complementarios, dicha información es la que se tomó como línea de base para la realización de los cálculos. Luego de disponer de la información necesaria, se procedió a realizar las estimaciones de gases de efecto invernadero y gases precursores utilizando las Directrices del IPCC del 2006 (subcategoría Residuos Sólidos).

6. REFERENCIAS

Banco Central (2016). *Informe de la Economía Dominicana, Enero-Diciembre 2015*. Banco Central: Santo Domingo.

Banco Central (2017). *Informe de la Economía Dominicana, Enero-Diciembre 2016*. Banco Central: Santo Domingo.

Banco Central (2018). *Estadísticas Nacionales del Sector Fiscal*.
<https://www.bancentral.gov.do/a/d/2535-sector-fiscal>.

Banco Central (2018). *Informe de la Economía Dominicana, Enero-Diciembre 2017*. Banco Central: Santo Domingo.

Cooperación Alemana-GIZ (2015) *Desarrollo de Programas Municipales para la Gestión y Prevención Integral de los Residuos Sólidos en las Municipalidades de Cotuí, San Francisco de Macorís, Boca Chica y San Juan de la Maguana, República Dominicana. Fortalecimiento de Políticas Públicas en Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en República Dominicana*. Taaf, Consultoría Integral.

Cooperación Alemana-GIZ (2015) *Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Boca Chica, República Dominicana. Fortalecimiento de Políticas Públicas en Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en República Dominicana*. Taaf, Consultoría Integral.

Cooperación Alemana-GIZ (2015) *Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Cotuí, República Dominicana. Fortalecimiento de Políticas Públicas en Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en República Dominicana*. Taaf, Consultoría Integral.

Cooperación Alemana-GIZ (2015) *Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en San Juan de la Maguana, República Dominicana. Fortalecimiento de Políticas Públicas en Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en República Dominicana*. Taaf, Consultoría Integral.

Cooperación Alemana-GIZ (2015) *Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en San Francisco de Macorís, República Dominicana. Fortalecimiento de Políticas Públicas en Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) en República Dominicana*. Taaf, Consultoría Integral.

ECORED (2013) *Diagnóstico sobre la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio Santo Domingo Este, República Dominicana*.

ECORED (2014) *Consultoría en Identificación y Evaluación de Flujo de Materiales.*

ECORED (2014) *Plan Integral de la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio Santo Domingo Este, República Dominicana.*

ECORED (2015) *Diagnóstico sobre la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio Santa Bárbara, Samaná, República Dominicana.*

ECORED (2015) *Diagnóstico sobre la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio San Pedro de Macorís, República Dominicana.*

ECORED (2015) *Plan Integral de la Gestión de Residuos Sólidos del Municipio Samaná, República Dominicana.*

ICMA (2016) *Diagnostico Situacional Preliminar de los Residuos Sólidos al 2016 en la República Dominicana.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018) *Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en el municipio Azua, provincia Azua.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018) *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos del Municipio Concepción de La Vega, Provincia La Vega.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el municipio Jarabacoa, provincia La Vega, año 2017.* INTEC-Dominicana Limpia.

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el municipio de Las Terrenas, provincia Samaná.* INTEC-Dominicana Limpia.

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio de Nagua, Provincia María Trinidad Sánchez.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio en el Municipio Monte Plata, provincia Monte Plata.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio San Felipe de Puerto Plata, provincia Puerto Plata.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio Sabana de la Mar, provincia Hato Mayor, año 2017.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio de Salcedo, provincia Hermanas Mirabal, año 2017.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio de San Francisco de Macorís.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio de San Juan de la Maguana, provincia San Juan.*

INTEC-Dominicana Limpia (2018). *Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domésticos en el Municipio Villa Altigracia, provincia San Cristóbal.*

Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste.* IGES: Tokio. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

JICA (2012) *Estudio y Recopilación de Datos sobre el Sector de Manejo de Residuos Sólidos en América Central y Caribe.*

JICA-ADN (2005) *Estudio Del Plan De Manejo Integrado De Desechos Sólidos En El Distrito Nacional, Santo Domingo De Guzmán, República Dominicana.*

Mancomunidad del Gran Santo Domingo (2012). *Plan Maestro para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Mancomunidad de Ayuntamientos del Gran Santo Domingo.* JICA-BID-Nippon Koe. Santo Domingo.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Ministerio de Ambiente: Santo Domingo.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). *Estudio de Caracterización y Proyección de los RSU en los Municipios Modelos: Moca, Azua y Sánchez. Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana.* JICA.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017). *Manual Sobre Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales. Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana.* JICA.

Oficina Nacional de Estadísticas (2012). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2010.* ONE: Santo Domingo.

Oficina Nacional de Estadísticas (2018). *Estadísticas de Proyecciones de Población*.
<https://www.one.gob.do/demograficas/proyecciones-de-poblacion>.

Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental (2010). *Inventario de Residuos Industriales para República Dominicana como un Subproducto de la Bolsa de Residuos Industriales para Centroamérica y el Caribe*. ECORED: Santo Domingo.

ANEXOS

Anexo A: Contactos Consultados

<p>Francisco Flores Chan Director del Departamento de Residuos Sólidos Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales francisco.flores@ambiente.gob.do</p>
<p>Ana Hernández Analista del Departamento de Gestión Ambiental Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales Ana.herna@ambiente.gob.do</p>
<p>Manuel Acosta Director de Departamento de Gestión Ambiental Liga Municipal Dominicana Manuelantonioacosta1956@hotmail.com</p>
<p>Beatriz Alcántara Responsable Unidad de Gestión Territorial y Ambiental Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) balcantara@fedomu.org</p>
<p>Moisés Álvarez Director Técnico Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) m.alvarez@cambioclimatico.gob.do</p>
<p>Víctor M. Feliz S. Unidad de Proyectos Especiales Liga Municipal Dominicana (LMD) vfelizsolano@gmail.com</p>
<p>Natividad Martínez Analista Ambiental Oficina Nacional de Estadística Natividad.martinez@one.gob.do</p>

Anexo B Hojas de Cálculo (accesible vía internet)

Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste*. Chapter 3: [IPCC Waste Model \(MS Excel\)](#). IGES: Tokio.



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sitz der Gesellschaft
Bonn y Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Alemania
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de