



Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

República Dominicana

Serie 1998-2022

**Primer Informe Bienal de Transparencia combinado
con la Cuarta Comunicación Nacional (BTR1/CN4)
de la República Dominicana ante la Convención
Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**





GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

República Dominicana
Serie 1998-2022



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

HACIENDA Y ECONOMÍA



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

Consejo Nacional
para el Cambio Climático

ONU 
programa para el
medio ambiente



Diciembre 2025

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

Este documento refleja el compromiso nacional con la acción climática y la transparencia en el marco del Acuerdo de París. La elaboración del Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (1998-2022), en el marco del Primer Informe Bienal de Transparencia combinado con Cuarta Comunicación Nacional (BTR1/CN4), fue posible gracias al esfuerzo coordinado de decenas de organizaciones, con el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), y con la asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

COMITÉ DIRECTIVO Y CONSULTIVO:

Armando Paíno Henríquez, Ministro
Ministerio de Medio Ambiente y Recurso Naturales (MMARN)
Magín Díaz, Ministro
Ministerio de Hacienda y Economía (MHE)
Max Puig, Vicepresidente Ejecutivo
Consejo Nacional para el Cambio de Climático y Mercado de Carbono (CNCCMC)

BAJO EL LIDERAZGO DE:

Ana Emilia Pimentel, viceministra de Cambio Climático y Sostenibilidad (VCCyS)
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)

BAJO LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE:

Gabriela Márquez, Directora de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, VCCyS

CON LA COLABORACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE:

Ministerio de Energía y Minas (MEM) | Ministerio de Agricultura (MA) | Ministerio de Industria y Comercio y MIPYMES (MICM) | Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MISPAS) | Banco Central de la República Dominicana (BCRD) | Oficina Nacional de Estadística (ONE) | Comisión Nacional de Energía (CNE) | Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI) | Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) | Instituto Nacional de Transporte Terrestre (INTRANT) | Dirección General de Aduanas (DGA) | Dirección General de Impuestos Internos (DGII) | Dirección General de Minería (DGM) | Dirección General de Ganadería (DIGEGA) | Programa Nacional de Protección de la Capa de Ozono (PRONAOZ) | Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques de la República Dominicana (PREDD) | Refinería Dominicana S. A. (REFIDOMSA) | Empresa de Generación Eléctrica Punta Catalina (EGEPC) | Consejo Nacional del Azúcar (CEA) | Instituto Nacional de Aguas Potables (INAPA) | Corporaciones de Acueductos y Alcantarillados (CORAAs) | Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU) | Liga Municipal Dominicana (LMD) | AES Dominicana | Central Romana Corporation Ltd. | Consorcio Azucarero Central (CAC) | Consorcio Azucarero de Empresas Industriales (CAEI) | Asociación Dominicana de Productores de Cemento (ADOCEM) |

El contenido del presente documento es responsabilidad exclusiva del Gobierno de la República Dominicana y no refleja necesariamente las opiniones ni las posiciones de las agencias implementadoras.

Reconocimientos especiales

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ana Pimentel | Gabriela Márquez | Camila M. Rodríguez | Lisandra Rodríguez | Rocío Jáquez Pimentel | Olga María Suriel | Gianna Alonso | María de León Álvarez | María Hidalgo | Georgina Canario | Niurka Carvajal | César Abrill Cáceres | Betsy Morales | Ramón Díaz | Antony De Óleo | Carlos Rijo | Manuel Castillo | Santiago Hernández | Sarita Marte | Silmer González

Ministerio de Hacienda y Economía

Mercedes Feliciano | Delio Rincón | Claudia Pelegrín | Iveth Cruz Ayala

Ministerio de Energía y Minas

Pablo Taveras | Henry de la Rosa Green

Ministerio de Agricultura

Juan Mancebo | Víctor Vanderlinder (DIGEGA)

Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mercado de Carbono

Sara González | Pamela Abreu | Luz Alcántara | Shakira Jiménez | Emely Rodríguez | Tony Burgos

Consejo Nacional para la Reglamentación y Fomento de la Industria Lechera (CONALECHE)

Bernardo Santana

Comisión Nacional de Energía (CNE)

Ramón Moya | Ángela González | Flady Cordero

Banco Central de la República Dominicana

Olga Ureña

Dirección General de Impuestos Internos (DGII)

Diego Sánchez

Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT)

Alexandra Cedeño | Erick Marte | Deimy Cuello | Tairoby López

Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC)

Judit De León | Gregory Núñez | Rafael Antonio Tejeda | Homero Ramírez Méndez

Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA)

Rosvianna Barreiro | Ondaira Torres | María Silberberg | Heriberta De la Rosa

Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)

Rosaura Pimentel

Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU)

Matibeth Olivares

Consejo Nacional de Producción Pecuaria (CONAPROPE)

Juan Suero

Empresa de Generación Eléctrica Punta Catalina (EGEPC)

Nathanael Carpio Bidó

Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA)

Yedil del Villar

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

Zacarías Navarro

Asociación Dominicana de Productores de Cemento (ADOCEM)

Julissa A. Báez

Barrick Gold

Elvis León López

Corporaciones de acueductos

José Mateo (CAASD) | Rhina Rosario (CAASD) | Vladimir Rodriguez (CORAASAN)

Colaboradores independientes / asesores

Nelly Cuello | Iván Relova | José Manuel Tejeda | José Infante | Felipe Ditrén

Autores principales y colaboradores

Coordinación y compilación

Guadalupe Martínez

Capítulo 1. Introducción

Equipo técnico: María Hidalgo y Lisandra Rodríguez

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Capítulo 2. Tendencia Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Equipo técnico: María Hidalgo y Lisandra Rodríguez

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Capítulo 3. Sector Energía

Equipo técnico: Flady Cordero

Asesoramiento y coordinación: Richard Martínez (asesor) y Lisandra Rodríguez

Capítulo 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Equipo técnico: Miguelina Beltré

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Capítulo 5. Sector Agricultura

Equipo técnico: Pablo Ovalles

Asesoramiento y coordinación: Paulo Cornejo

Capítulo 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS)

Equipo técnico: Sarita Marte y Santiago Hernández

Asesoramiento y coordinación: Juan David Turriago

Capítulo 7. Sector Residuos

Equipo técnico: Lisandra Rodríguez

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Capítulo 8. Emisiones indirectas de CO₂ y N₂O

Equipo técnico: María Hidalgo

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Capítulo 9. Nuevos cálculos y mejoras

Equipo técnico: María Hidalgo

Asesoramiento y coordinación: Guadalupe Martínez

Sistema de AC/CC – Comité técnico MRV-INGEI (ONE)

Paola Rodríguez y Leidy Ventura – Coordinación

Edwin Pérez – Sector Energía

Jomayris Rosario Medina – Sector IPPU

Gabriel Asencio y Theodore Quant – Sectores Agricultura y UTCUTS

Olga Suriel – Sector Residuos

Contacto Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de República Dominicana

Unidad organizacional:	Departamento de Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad
Organización:	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana
Correos:	Cambio.climatico@ambiente.gob.do lisandra.rodriguez@ambiente.gob.do
Sitio web:	https://ambiente.gob.do

PRESENTACIÓN

El Gobierno de la República Dominicana, en coherencia con su compromiso con la acción climática y la promoción de la justicia climática a nivel global, y en cumplimiento de los compromisos asumidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París, presenta el Informe del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) correspondiente al período 1998–2022.

Este informe constituye un componente central del Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR1), presentado de manera combinada con la Cuarta Comunicación Nacional (CN4), y refleja los avances del país en el fortalecimiento de sus sistemas nacionales de medición, reporte y verificación de la información climática. Su elaboración fue posible gracias al apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y al acompañamiento técnico del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El documento presenta una caracterización integral y transparente del balance nacional de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, elaborada conforme a las directrices metodológicas del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y a las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco Reforzado de Transparencia. Para el año 2022, las emisiones netas del país se estiman en 44,513 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (kt CO₂e). El análisis sectorial identifica al sector Energía como la principal fuente de emisiones, con un 59.8% del total, seguido por Agricultura (15.4%), Residuos (10.7%), Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) (10.5%), y Uso y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) (3.7%).

La serie temporal 1998–2022 permite analizar la evolución de las emisiones nacionales a lo largo de más de dos décadas, identificar tendencias estructurales, y fortalecer la base técnica para el diseño, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en materia de mitigación del cambio climático. En este sentido, el INGEI constituye una herramienta estratégica para orientar la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), el desarrollo de estrategias sectoriales de transición baja en carbono y la toma de decisiones informadas a nivel nacional.

Si bien la contribución de la República Dominicana a las emisiones globales de gases de efecto invernadero es marginal, el país asume un rol activo y constructivo en el marco de la CMNUCC, participando de manera sostenida en los procesos de reporte, transparencia y fortalecimiento de los sistemas nacionales de información climática. En su condición de pequeño Estado insular en desarrollo (PEID), la República Dominicana impulsa el fortalecimiento de la creación de capacidades, el intercambio de conocimientos y la cooperación internacional como elementos clave para una implementación efectiva del Acuerdo de París y para el cumplimiento progresivo de sus compromisos climáticos.

Contenidos

Contenidos	9
Resumen Ejecutivo	25
RE1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático	25
RE 2. Resumen de tendencias relacionadas con las emisiones y remociones nacional de gases de efecto invernadero	26
RE.3. Resumen de las estimaciones y tendencias de emisiones por categoría de fuente y sumidero	26
RE.4. Otra información	27
RE.5. Análisis de categorías principales	27
RE.6. Mejoras introducidas	28
Capítulo 1. Introducción.....	29
1.1. Antecedentes generales sobre inventarios y cambio climático.....	29
1.1.1. Cambio climático	29
1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.....	30
1.2. Descripción de circunstancias nacionales y arreglos nacionales.....	31
1.2.1. Arreglos institucionales y punto focal nacional	31
1.2.2. Proceso de preparación del inventario	33
1.2.3. Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación	40
1.3. Archivo de la información.....	42
1.1. Descripción general de las metodologías (incluyendo Niveles) y fuentes de datos utilizadas	43
1.4. Análisis de categorías principales.....	48
1.5. Evaluación general de la incertidumbre	54
1.6. Evaluación general de la exhaustividad.....	55
1.6.1. Descripción de categorías insignificantes	57
1.7. Sistema de medición.....	57
1.8. Flexibilidad aplicada	58
Capítulo 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero	61
2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2022	61
2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector.....	65
2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI	67
Capítulo 3. Sector Energía (CRT 1)	69
3.1. Panorama general del sector	69
3.1.1. Descripción del sector.....	69
3.1.2. Tendencia de los GEI del sector	69
3.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector	73

3.2.	Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)	75
3.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	75
3.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	76
3.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	76
3.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	79
3.2.3.	Comparación entre el método sectorial y el método de referencia	80
3.2.3.1.	Descripción y tendencia del CO ₂ de la comparación entre métodos	80
3.2.3.2.	Aspectos metodológicos específicos del método de referencia	81
3.2.4.	Combustibles del transporte internacional	81
3.2.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI del transporte internacional	81
3.2.4.2.	Aspectos metodológicos específicos del transporte internacional	83
3.2.5.	Emisiones de CO ₂ de la biomasa usada con fines energéticos	84
3.2.5.1.	Descripción y tendencia del CO ₂ de la biomasa	84
3.2.5.2.	Aspectos metodológicos específicos del CO ₂ de la biomasa	84
3.2.6.	Materias primas y uso no energético de los combustibles	85
3.2.7.	Industrias de la energía (CRT 1.A.1)	86
3.2.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	86
3.2.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	87
3.2.7.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	88
3.2.7.4.	Incertidumbre específica de la subcategoría	88
3.2.7.5.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	89
3.2.7.6.	Actividades de GCCV de la subcategoría	89
3.2.7.7.	Nuevos cálculos de la subcategoría	90
3.2.7.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	90
3.2.8.	Industrias manufactureras y de la construcción (CRT 1.A.2)	91
3.2.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	91
3.2.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	92
3.2.8.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	94
3.2.8.4.	Incertidumbre específica de la subcategoría	94
3.2.8.5.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	95
3.2.8.6.	Actividades de GCCV de la subcategoría	96
3.2.8.7.	Nuevos cálculos de la subcategoría	96
3.2.8.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	96
3.2.9.	Transporte (CRT 1.A.3)	98
3.2.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	98
3.2.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	100
3.2.9.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	102
3.2.9.4.	Incertidumbre específica de la subcategoría	102
3.2.9.5.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	103
3.2.9.6.	Actividades de GCCV de la subcategoría	103
3.2.9.7.	Nuevos cálculos de la subcategoría	103
3.2.9.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	104
3.2.10.	Otros sectores (CRT 1.A.4)	105
3.2.10.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	105
3.2.10.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	106
3.2.10.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	107
3.2.10.4.	Incertidumbre específica de la subcategoría	107
3.2.10.5.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	107
3.2.10.6.	Actividades de GCCV de la subcategoría	107
3.2.10.7.	Nuevos cálculos de la subcategoría	108
3.2.10.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	108
3.2.11.	Otros sectores (CRT 1.A.5)	109
3.2.11.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	109

3.2.11.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	110
3.2.11.2.1.	Datos de actividad específicos de la subcategoría	110
3.2.11.2.2.	Factores de emisión aplicados en la subcategoría	110
3.2.11.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	111
3.2.11.4.	Incertidumbre específica de la subcategoría.....	111
3.2.11.5.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría.....	111
3.2.11.6.	Actividades de GCCV de la subcategoría	112
3.2.11.7.	Nuevos cálculos de la subcategoría	112
3.2.11.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	112
3.3.	Emissiones fugitivas de combustibles (CRT 1.B)	113
3.3.11.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	113
3.3.12.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	114
3.3.12.3.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	114
3.3.12.4.	Factores de emisión aplicados en la categoría	115
3.3.12.5.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	116
3.3.13.	Incertidumbre específica de la subcategoría	116
3.3.14.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría.....	117
3.3.15.	Actividades de GCCV de la subcategoría	117
3.3.16.	Nuevos cálculos de la subcategoría.....	117
3.3.17.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	118
3.4.	Transporte y almacenamiento de CO ₂ (CRT 1.C)	118
4.	Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2)	119
4.2.	Panorama general del sector	119
4.2.11.	Descripción del sector.....	119
4.2.12.	Tendencia de los GEI del sector	120
4.2.13.	Aspectos metodológicos generales del sector	125
4.3.	Industria de los minerales (CRT 2.A).....	128
4.3.11.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	128
4.3.12.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	129
4.3.13.	Producción de cemento (2.A.1.).....	131
4.3.13.3.	Descripción de la subcategoría	131
4.3.13.4.	Tendencia de las emisiones de GEI	131
4.3.13.5.	Aspectos metodológicos de la subcategoría	132
4.3.13.6.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	134
4.3.13.7.	Incertidumbres.....	134
4.3.13.8.	Consistencia de la serie temporal	134
4.3.13.9.	Actividades de GCCV	135
4.3.13.10.	Nuevos cálculos	137
4.3.13.11.	Plan de mejoramiento específico	137
4.3.14.	Producción de Cal (2.A.2.).....	139
4.3.14.3.	Descripción de la subcategoría	139
4.3.14.4.	Tendencia de las emisiones de GEI	139
4.3.14.5.	Aspectos metodológicos.....	139
4.3.14.6.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	141
4.3.14.7.	Incertidumbres.....	141
4.3.14.8.	Consistencia de la serie temporal	141
4.3.14.9.	Actividades de GCCV	142
4.3.14.10.	Nuevos cálculos	144

4.3.14.11.	Plan de mejoramiento específico	144
4.3.15.	Otros usos de los carbonatos en los procesos (2.A.3.)	145
4.3.15.3.	Descripción de la subcategoría	145
4.3.15.4.	Tendencia de las emisiones de GEI	145
4.3.15.5.	Aspectos metodológicos.....	146
4.2.5.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	148
4.2.5.4.	Incertidumbres.....	148
4.2.5.5.	Consistencia de la serie temporal	148
4.2.5.6.	Actividades de GCCV	148
4.2.5.7.	Nuevos cálculos.....	149
4.2.5.8.	Plan de mejoramiento específico	149
4.3.	Industria química (CRT 2.B).....	150
4.3.1.	Descripción de la categoría	150
4.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	150
4.3.3.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	151
4.3.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	152
4.3.5.	Incertidumbre específica de la categoría	153
4.3.6.	Consistencia de la serie temporal	153
4.3.7.	Actividades de GCCV de la categoría.....	153
4.3.8.	Nuevos cálculos de la categoría	153
4.3.9.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	153
4.4.	Industria de los metales (CRT 2.C).....	154
4.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	154
4.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	155
4.4.3.	Producción de hierro y acero (2.C.1.)	155
4.4.4.	Producción de ferroaleaciones (2.C.2.)	156
4.4.4.1.	Descripción de la subcategoría	156
4.4.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	156
4.4.4.3.	Aspectos metodológicos.....	156
4.4.4.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	157
4.4.4.5.	Incertidumbre	158
4.4.4.6.	Consistencia de la serie temporal	158
4.4.4.7.	Actividades de GCCV	158
4.4.4.8.	Nuevos cálculos.....	159
4.4.4.9.	Plan de mejoramiento específico	159
4.4.5.	Producción de aluminio (2.C.3.)	160
4.4.6.	Producción de magnesio (2.C.4.).....	160
4.4.7.	Producción de plomo (2.C.5.).....	160
4.4.8.	Producción de cinc (2.C.6.).....	161
4.4.8.1.	Descripción de la subcategoría	161
4.4.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	161
4.4.8.3.	Aspectos metodológicos.....	161
4.4.8.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	163
4.4.8.5.	Incertidumbre	163
4.4.8.6.	Consistencia de la serie temporal	164
4.4.8.7.	Actividades de GCCV	164
4.4.8.8.	Nuevos cálculos.....	165
4.4.8.9.	Plan de mejoramiento específico	166
4.4.9.	Otros (2.C.7.)	166
4.5.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D).....	167

4.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	167
4.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	168
4.5.3.	Uso de lubricantes (2.D.1.)	169
4.5.3.1.	Descripción de la subcategoría	169
4.5.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	169
4.5.3.3.	Aspectos metodológicos.....	169
4.5.3.4.	Datos de actividad específicos de la categoría	169
4.5.3.5.	Factores de emisión	170
4.5.3.6.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	171
4.5.3.7.	Incertidumbre	171
4.5.3.8.	Consistencia de la serie temporal	171
4.5.3.9.	Actividades de GCCV	172
4.5.3.10.	Nuevos cálculos.....	172
4.5.3.11.	Plan de mejoramiento específico	172
4.5.4.	Uso de la cera de parafina (2.D.2.)	173
4.5.4.1.	Descripción de la subcategoría	173
4.5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	173
4.5.4.3.	Aspectos metodológicos.....	173
4.5.4.3.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	173
4.5.4.3.2.	Factores de emisión	174
4.5.4.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	175
4.5.4.5.	Incertidumbre	175
4.5.4.6.	Consistencia de la serie temporal	175
4.5.4.7.	Actividades de GCCV	175
4.5.4.8.	Nuevos cálculos.....	176
4.5.4.9.	Plan de mejoramiento específico	176
4.5.5.	Uso de solventes (4.D.3.).....	177
4.5.6.	Otros (4.D.4.).....	177
4.6.	Industria electrónica (CRT 2.E)	177
4.7.	Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F).....	178
4.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	178
4.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	180
4.7.3.	Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.)	181
4.7.3.1.	Descripción de la subcategoría	181
4.7.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	181
4.7.3.3.	Aspectos metodológicos.....	182
4.7.3.3.1.	Datos de actividad específicos	183
4.7.3.3.2.	Factores de emisión	186
4.7.3.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría.....	186
4.7.3.5.	Incertidumbres.....	187
4.7.3.6.	Consistencia de la serie temporal	187
4.7.3.7.	Actividades de GCCV	187
4.7.3.8.	Nuevos cálculos.....	188
4.7.3.9.	Plan de mejoramiento específico	188
4.7.4.	Agentes espumantes (2.F.2.)	189
4.7.5.	Protección contra incendios (2.F.3.).....	189
4.7.6.	Aerosoles (2.F.4.).....	189
4.7.7.	Solventes (2.F.5.).....	190
4.7.8.	Otras aplicaciones (2.F.6.).....	190
4.8.	Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G).....	191

4.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	191
4.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	192
4.8.3.	Equipos eléctricos (2.G.1.)	192
4.8.4.	SF6 y PFC de otros usos de productos (2.G.2.)	192
4.8.5.	N ₂ O de otros usos de productos (2.G.3)	193
4.9.	Otros (2H)	196
5.	Sector Agricultura (CRT 3)	197
5.1.	Panorama general del sector	197
5.1.1.	Descripción del sector	197
5.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	197
5.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	202
5.2.	Fermentación entérica (CRT 3.A)	203
5.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	203
5.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	204
5.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	204
5.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	206
5.2.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	206
5.2.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	206
5.2.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	206
5.2.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	208
5.2.7.	Plan de mejora específico de la categoría	209
5.3.	Gestión del estiércol (CRT 3.B)	210
5.3.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	210
5.3.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	211
5.3.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	212
5.3.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	216
5.3.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	217
5.3.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	217
5.3.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	218
5.3.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	218
5.3.7.	Plan de mejora específico de la categoría	219
5.4.	Cultivo del arroz (CRT 3.C)	220
5.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	220
5.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	221
5.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	222
5.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	222
5.4.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	223
5.4.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	223
5.4.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	223
5.4.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	223
5.4.7.	Plan de mejora específico de la categoría	224
5.5.	Suelos agrícolas (CRT 3.D)	225
5.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	225
5.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	226
5.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	227
5.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	234
5.5.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	234

5.5.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	234
5.5.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	235
5.5.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	235
5.5.7.	Plan de mejora específico de la categoría	236
5.6.	Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E)	237
5.7.	Quema de residuos agrícolas en el campo (CRT 3.F)	237
5.8.	Encalado (CRT 3.G).....	237
5.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	237
5.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	238
5.8.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	238
5.8.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	239
5.8.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	239
5.8.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	239
5.8.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	240
5.8.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	240
5.8.7.	Plan de mejora específico de la categoría	240
5.9.	Aplicación de urea (CRT 3.H)	241
5.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	241
5.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	242
5.9.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	242
5.9.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	243
5.9.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	243
5.9.4.	Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	243
5.9.5.	Actividades de GCCV específicas de la categoría	243
5.9.6.	Nuevos cálculos específicos de la categoría	243
5.9.7.	Plan de mejora específico de la categoría	244
5.10.	Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I)	244
6.	Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)	245
6.1.	Panorama general del sector	245
6.1.1.	Descripción del sector	245
6.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	246
6.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	251
6.2.	Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación	253
6.3.	Métodos utilizados para la representación de las tierras	254
6.4.	Tierras forestales (CRT 4.A)	256
6.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	256
6.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	260
6.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	264
6.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	265
6.4.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	267
6.4.4.	Incertidumbre específica de la categoría	268
6.4.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	269
6.4.6.	Actividades de GCCV de la categoría	270
6.4.7.	Nuevos cálculos de la categoría	271

6.4.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	271
6.5.	Tierras de cultivo (CRT 4.B)	272
6.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	272
6.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	273
6.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	274
6.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	275
6.5.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	275
6.5.4.	Incertidumbre específica de la categoría	275
6.5.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	276
6.5.6.	Actividades de GCCV de la categoría	277
6.5.7.	Nuevos cálculos de la categoría	277
6.5.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	277
6.6.	Pastizales (CRT 4.C)	278
6.6.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	278
6.6.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	279
6.6.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	279
6.6.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	280
6.6.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	280
6.6.4.	Incertidumbre específica de la categoría	280
6.6.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	281
6.6.6.	Actividades de GCCV de la categoría	281
6.6.7.	Nuevos cálculos de la categoría	282
6.6.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	282
6.7.	Humedales (CRT 4.D)	283
6.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	283
6.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	285
6.7.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	285
6.7.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	286
6.7.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	286
6.7.4.	Incertidumbre específica de la categoría	287
6.7.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	287
6.7.6.	Actividades de GCCV de la categoría	287
6.7.7.	Nuevos cálculos de la categoría	288
6.7.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	288
6.8.	Asentamientos (CRT 4.E).....	289
6.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	289
6.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	290
6.8.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	291
6.8.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	291
6.8.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	293
6.8.4.	Incertidumbre específica de la categoría	293
6.8.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	293
6.8.6.	Actividades de GCCV de la categoría	293
6.8.7.	Nuevos cálculos de la categoría	294
6.8.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	294
6.9.	Otras tierras (CRT 4.F)	295
6.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	295
6.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	296

6.9.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	296
6.9.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	298
6.9.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	298
6.9.4.	Incertidumbre específica de la categoría	298
6.9.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	298
6.9.6.	Actividades de GCCV de la categoría	299
6.9.7.	Nuevos cálculos de la categoría	299
6.9.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	299
6.10.	Productos de madera recolectada (CRT 4.G)	300
6.10.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	300
6.10.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	301
6.10.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	301
6.10.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	303
6.10.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	303
6.10.4.	Incertidumbre específica de la categoría	304
6.10.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	304
6.10.6.	Actividades de GCCV de la categoría	304
6.10.7.	Nuevos cálculos de la categoría	304
6.10.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	304
7.	Sector Residuos (CRT 5).....	306
7.1.	Panorama general del sector	306
7.1.1.	Descripción del sector	306
7.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	307
7.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	310
7.2.	Disposición de residuos sólidos (CRT 5.A).....	312
7.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	312
7.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	313
7.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	315
7.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	318
7.2.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	319
7.2.4.	Incertidumbre específica de la categoría	319
7.2.5.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	320
7.2.6.	Actividades de GCCV de la categoría	320
7.2.7.	Nuevos cálculos de la categoría	321
7.2.8.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	321
7.3.	Tratamiento biológico de residuos sólidos (CRT 5.B)	322
7.4.	Incineración y quema abierta de residuos (CRT 5.C)	323
7.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	323
7.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	324
7.4.3.	Incineración de residuos (5.C.1.).....	325
7.4.4.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	325
7.4.5.	Incineración abierta de residuos (5.C.2.).....	326
7.4.5.1.	Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI	326
7.4.5.2.	Aspectos metodológicos.....	326
7.4.5.2.1.	Datos de actividad específicos	328
7.4.5.2.2.	Factores de emisión.....	330

7.4.5.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	330
7.4.5.4.	Incertidumbre	330
7.4.5.5.	Consistencia de la serie temporal	331
7.4.6.	Actividades de GCCV	331
7.4.7.	Nuevos cálculos.....	332
7.4.7.1.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	332
7.5.	Tratamiento y descarga de aguas residuales (CRT 5.D)	333
7.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	333
7.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	334
7.5.3.	Aguas residuales domésticas (5.D.1.).....	335
7.5.3.1.	Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI	335
7.5.3.2.	Aspectos metodológicos.....	335
7.5.3.2.1.	Datos de actividad específicos	337
7.5.3.2.2.	Factores de emisión.....	339
7.5.3.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	340
7.5.3.4.	Incertidumbre	340
7.5.3.5.	Consistencia de la serie temporal	340
7.5.3.6.	Actividades de GCCV	341
7.5.3.7.	Nuevos cálculos.....	342
7.5.3.8.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	342
7.5.4.	Aguas residuales industriales (5.D.2.)	343
7.5.4.1.	Descripción de la subcategoría	343
7.5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI	343
7.5.4.3.	Aspectos metodológicos.....	343
7.5.4.3.1.	Datos de actividad específicos	345
7.5.4.3.2.	Factores de emisión.....	347
7.5.4.4.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría	348
7.5.4.5.	Incertidumbre	348
7.5.4.6.	Consistencia de la serie temporal	348
7.5.4.7.	Actividades de GCCV	348
7.5.4.8.	Nuevos cálculos.....	349
7.5.4.9.	Plan de mejoramiento específico para la subcategoría	350
7.6.	Otros (CRT 5.E)	352
8.	Emisiones indirectas de CO ₂ y N ₂ O	353
9.	Nuevos cálculos y mejoras	354
	Anexos	356
	Anexo 1: Categorías principales.....	356
	Anexo 2: Evaluación de la incertidumbre.....	378
	Anexo 3: Descripción detallada del enfoque de referencia	388
	Anexo 4: Plan de AC/CC	390

Anexo 5: Anexos Sectoriales	397
Anexo Sector Energía	397
Anexo. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos	425
Anexo. Sector Agricultura	425
Anexo. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura	426
Anexo. Sector Residuos.....	444
 Anexo 6. Aseguramiento de la calidad.....	 461
 Referencias	 466

Lista de Siglas y Acrónimos

AC	Aseguramiento de la calidad
ADOCEM	Asociación Dominicana de Productores de Cemento Portland
AFOLU	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
APORDOM	Autoridad Portuaria Dominicana
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
BCRD	Banco Central de la República Dominicana
BNE	Balance Nacional de Energía
BNEN	Balance Nacional de Energía Neta
BUR/IBA	Informe Bienal de Actualización
C	Carbono
CAASD	Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo
CAC	Consorcio Azucarero Central Barahona
CaCO ₃	Carbonato de Calcio
CANU	Cultivo anual
CaO	Óxido de Calcio
CBIT	Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia
CC	Control de Calidad
CCE	Centro de Control de Energía
CDE	Corporación Dominicana de Electricidad
CDEEE	Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales
CEDAF	Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal
CEI-RD	Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana
CEPM	Consorcio Energético Punta Cana Macao
CfRN	Coalición de Naciones con Bosques Tropicales
CH ₄	Metano
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CMNUCC/UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMA	Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París
CNCC	Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático
CNCCMDL	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
CN	Comunicación Nacional
CNE	Comisión Nacional de Energía
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferencia de las Partes
COSTASUR	Central Romana Corporación, Ltd.
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano
CSI	Cement Sustainability Initiative
CTPC	Central Termoeléctrica Punta Catalina
DA	Datos de actividad

DBO	Demanda biológica de oxígeno
DGA	Dirección General de Aduanas
DGII	Dirección General de Impuestos Internos
DIARENA	Dirección de información ambiental y recursos naturales
DIGEGA	Dirección General de Ganadería
DQO	Demanda química de oxígeno
EFDB	Base de Datos de Factores de Emisión
EGE HAINA	Empresa de Generación Eléctrica de Haina
EGEHID	Empresa de Generación Eléctrica Dominicana
ERV	Energía Renovable Variable
ETED	Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, por sus siglas en inglés
FAOSTAT	Base de datos estadística de la FAO
fBUR-RD	Primer Informe Bienal de Actualización de la Republica Dominicana, siglas en inglés
FCON	Coníferas
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility (Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques)
CRT	Formato Común de Reporte
FE	Factor de Emisión
FHUM	Bosque húmedo
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FMAN	Manglar
FOD	Método de decaimiento de primer orden, por sus siglas en inglés
FPER	Cultivos perennes
FSEC	Bosque seco
GC	Garantía de Calidad
GCCV	Garantía y control de calidad, y verificación
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GEI	Gases de efecto invernadero
Gg	Gigagramo
GJ	Gigajulio
GMAH	Matorral húmedo
GMAS	Matorral seco
GNL	Gas Natural Líquido
GPAS	Pasto
GW	Gigavatio
GWh	Gigavatio-hora
HFC	Hidrofluorocarbonos
ICA	Proceso de Consulta y Análisis Internacional de BUR
IDAC	Instituto Dominicano de Aviación Civil
IDIAF	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales)
IE	Incluido en otro lugar, por sus siglas en inglés
IFA	Asociación Internacional de Fertilizantes
INDC	Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional

INF-RD	Inventario Nacional Forestal en la República Dominicana
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INN	Informe de Inventario Nacional
INTRANT	Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre
IPCC	Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, por sus siglas en inglés
IPPU	Procesos industriales y uso de productos
ISO	Organización Internacional de Normalización, siglas en inglés
JAC	Junta de Aviación Civil
kg	kilogramo
km	kilómetro
km ²	kilómetros cuadrados
kt	kilotoneladas
kTep	Mil toneladas equivalentes de petróleo
kW	Kilovatios
kWh	Kilovatios-hora
LCOE	Costos Nivelados de la Energía, siglas en inglés
m	metros
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
MCF	Factor de corrección de metano
MCI	Motor de Combustión Interna
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MgO	Óxido de Magnesio
MH	Ministerio de Hacienda
MICM	Ministerio de Industria y Comercio y Mipymes
MJ	Megajulios
MMARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MPG	Modalidades Procedimientos y Directrices, por sus siglas en inglés
MRV	Medida Reporte y Verificación
Mt	Megatonelada
N ₂ O	Óxido Nitroso
NA	No aplica
NE	No estimado
NF ₃	Trifloruro de nitrógeno
NO	No Ocurre
OC-SENI	Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado
ODU	Factor de oxidación, por sus siglas en inglés
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONE	Oficina Nacional de Estadística
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPRET	Oficina para Reordenamiento Terrestre de Transporte
OSIN	Suelo sin vegetación
PCA	Potenciales de calentamiento atmosférico

PEN	Plan Energético Nacional
PFC	Perfluorocarbonos
PIB	Producto interno bruto
PMR	Productos de Madera Recolectada
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROGIRS	Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos)
PTE	Proyecto de Transición Energética
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control (Garantía de Calidad / Control de Calidad)
REDD+	Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación forestal e incluye el papel de la conservación, la ordenación sostenible de los bosques y la mejora de las reservas forestales de carbono
REDINGEI	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
REFIDOMSA	Refinería Dominicana de Petróleo
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SCNCC	Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático
SEN	Sistema estadístico nacional
SENI	Sistema Eléctrico Nacional Interconectado
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SGE	Sistema de gestión de estiércol
SIE	Superintendencia de Electricidad
SIE	Superintendencia de Electricidad
SIEN	Sistema de Información Energética Nacional
SNINGEI	Sistema Nacional de Inventarios Nacionales de GEI
SURB	Zona urbana
t	tonelada
TG	Turbo Gas
TJ	Terajulios
TOW	materia orgánica total en las aguas residuales, por sus siglas en inglés
TV	Turbo Vapor
TWh	Teravatio-hora
UMF	Unidad de Monitoreo Forestal
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, por sus siglas en inglés
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, por sus siglas en inglés
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura
WET	Humedales

Resumen Ejecutivo

RE1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático

La República Dominicana, Parte no Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), ratificó la Convención el 18 de junio de 1998 mediante la Resolución No. 182-98, formalizando su compromiso con la transparencia y el reporte periódico de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI).

Posteriormente, el país ratificó el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015) el 28 de abril de 2017, comprometiéndose con el Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Artículo 13, que establece la presentación periódica de inventarios nacionales y acciones climáticas.

Desde su adhesión, la República Dominicana ha avanzado de forma sostenida en la elaboración de sus Comunicaciones Nacionales (CN) e Informes Bienales de Actualización (BUR):

- Primera CN (2003): inventario con año base 1994 (República Dominicana, 2003).
- Segunda CN (2009): inventario con año base 2000 (República Dominicana, 2009).
- Tercera CN (2017): inventario con año base 2010 (República Dominicana, 2017).
- Primer BUR (2020): inventario con años 2010 y 2015 (República Dominicana, 2020).

El presente informe constituye un hito nacional, al ser el primero que presenta una serie anual completa 1998–2022, con aplicación sistemática de metodologías coherentes a lo largo de todo el periodo, ampliando la cobertura y fortaleciendo la transparencia, coherencia y calidad del sistema nacional de inventarios.

El Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNINGEI), coordinado por el Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN), a través del Departamento de Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático, es el componente técnico del Sistema Nacional de Transparencia Climática. Su estructura está respaldada por la Ley 64-00, la Resolución 17-2014, el Decreto 541-20 y la Resolución CNCCMDL-02/2021, que definen las competencias, mecanismos de coordinación y validación interinstitucional.

La preparación del inventario 1998–2022 fue liderada por el MMARN con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), la Coalition for Rainforest Nations (CfRN) y la Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT). Se realizaron más de 15 talleres sectoriales y nacionales de validación, aplicando los principios TACCC (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006).

El Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) se aplicó transversalmente, con la ONE como entidad de control de calidad, y verificaciones estadísticas, metodológicas y de coherencia interanual, incorporando además la revisión internacional del INGEI 1998–2018 efectuada por la CMNUCC.

El inventario se elaboró conforme a las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019, utilizando los Potenciales de Calentamiento Atmosférico (PCA) del Quinto Informe de Evaluación (AR5), expresados en CO₂ equivalente. Se incluyen los gases CO₂, CH₄, N₂O y HFC (PFC y NF₃ no ocurren en 2022), así como los precursores CO, NO_x, COVDM y SO₂, calculados según las guías EMEP/EEA (2023).

RE 2. Resumen de tendencias relacionadas con las emisiones y remociones nacional de gases de efecto invernadero

En 2022, las emisiones nacionales de GEI alcanzaron 46,272 kt CO₂ eq sin considerar las remociones del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), mientras que el balance neto, incluyendo las absorciones, fue de 44,513 kt CO₂ eq. Esto representa un aumento del 191 % respecto a 1998 y del 49 % respecto a 2015.

La República Dominicana se mantiene como emisor neto de GEI durante toda la serie temporal, emitiendo más gases de efecto invernadero que los absorbidos.

La distribución sectorial de las emisiones en 2022 fue la siguiente:

- Energía: 59,8 %
- Agricultura: 15,4 %
- Residuos: 10,7 %
- Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU): 10,5 %
- UTCUTS: 3,7 % (sumidero neto)

Entre 1998 y 2022, las emisiones aumentaron de forma sostenida, impulsadas por el crecimiento energético, la expansión industrial, el desarrollo agropecuario y el aumento poblacional. Las variaciones más marcadas se observan en 2005 (por la reducción de absorciones forestales) y 2019–2022 (por el incremento del uso de carbón en generación eléctrica).

En cuanto a gases, en 2022, el CO₂ representó 64,2 % del total nacional, seguido de CH₄ (26,1 %), HFC (5,3 %) y N₂O (4,4 %), todos con aumentos respecto a 1998 y 2015.

RE.3. Resumen de las estimaciones y tendencias de emisiones por categoría de fuente y sumidero

Sector Energía: En 2022, las emisiones del sector Energía alcanzaron 28,700 kt CO₂ eq, representando 56 % del total nacional, y mostrando un aumento del 76 % respecto a 1998 y del 35 % respecto a 2015. El crecimiento de la demanda energética y la expansión de la generación termoeléctrica explican la tendencia ascendente de toda la serie temporal. Las *industrias de la energía* (1.A.1) concentraron más de la mitad (53 %) de las emisiones sectoriales, seguidas por el *transporte* (25%) (1.A.3.b) y las *industrias manufactureras y de la construcción* (11%)(1.A.2). El CO₂ fue el gas predominante, representando más del 96 % de las emisiones del sector, lo que refleja la dependencia de combustibles fósiles para la generación eléctrica y el transporte.

Sector IPPU: Las emisiones del sector IPPU totalizaron 5,049.1 kt CO₂ eq en 2022, equivalentes al 10% de las emisiones nacionales, con un incremento de más del 750 % entre 1998 y 2022, impulsado por la expansión de la *industria de minerales* y el uso creciente de hidrofluorocarbonos (HFC) en *refrigeración y aire acondicionado*. Las *industrias de los minerales* (2.A) —principalmente la

producción de cemento— aportaron casi la mitad de las emisiones sectoriales, mientras que el *uso de productos sustitutos de las sustancias agotadoras del ozono* (SAO) (2.F) representó una fracción similar. El CO₂ fue el principal gas emitido por procesos industriales, seguido de los HFC, cuya participación ha aumentado significativamente desde 2004.

Sector Agricultura: En 2022, las emisiones del sector Agricultura fueron de 7,374.6 kt CO₂ eq, equivalentes al 15% de las emisiones nacionales. Entre 1998 y 2022 aumentaron 50 %, mientras que desde 2015 crecieron 15%, manteniendo una tendencia ascendente sostenida. Las emisiones están dominadas por la *fermentación entérica del ganado* (3.A), que representa cerca de dos tercios del total sectorial, seguida por los *suelos agrícolas* (3.D), responsables de casi una quinta parte. El metano (CH₄) constituye 76% de las emisiones agrícolas, asociado a la ganadería y el cultivo de arroz, mientras que el óxido nitroso (N₂O) representa 23%, proveniente del uso de fertilizantes y estiércol.

Sector UTCUTS: El sector UTCUTS se mantiene como sumidero neto de carbono, con absorciones de -1 759 kt CO₂ eq en 2022. Aunque el nivel de absorción se redujo un 80% frente a 1998, el sector continúa compensando parcialmente las emisiones nacionales. A lo largo de la serie temporal, las superficies forestales han mostrado una tendencia estable, con un ligero incremento a partir de 2013, lo que sugiere esfuerzos de restauración y regeneración. Las *tierras forestales* (4.A) constituyen la principal fuente de absorciones, representando alrededor del 55 % del balance sectorial, mientras que las *tierras de cultivo* (4.B) y los *pastizales* (4.C) generan emisiones, con participaciones de 15% y 27%, respectivamente. El comportamiento general refleja una estabilización de la cobertura boscosa y un leve aumento de las emisiones asociadas a la expansión agrícola y ganadera.

Sector Residuos: Las emisiones del sector Residuos alcanzaron 5,150 kt CO₂ eq en 2022, equivalentes al 9% de las emisiones nacionales, con un incremento de 109% desde 1998 y 19% desde 2015. La *disposición de residuos sólidos* (5.A) representa cerca del 87% del total sectorial, seguida por el *tratamiento de aguas residuales* (5.D) con 13%. El metano (CH₄) es el gas predominante (98% de las emisiones del sector), mientras que el N₂O y el CO₂ aportan fracciones menores. El incremento total del sector se debe fundamentalmente al aumento de las emisiones por *disposición de residuos sólidos*, pese a la reducción de las emisiones provenientes del *tratamiento de aguas residuales* — asociada a la expansión del saneamiento— y a la disminución de la *quema abierta de residuos*, que ha perdido relevancia en años recientes.

RE.4. Otra información

El inventario incluye la estimación de gases precursores y contaminantes climáticos de vida corta. Para 2022 se reportaron: 48.1 kt NO_x, 168.1 kt CO, 72.3 kt COVDM y 88.6 kt SO₂, calculados según las guías EMEP/EEA 2023.

RE.5. Análisis de categorías principales

El análisis de categorías principales se realizó para 1998 y 2022, aplicando el Método 1 de las Directrices del IPCC (2006) y considerando la flexibilidad del MTR para países en desarrollo, adoptando un umbral del 85 % de cobertura. Las categorías principales del año 2022 se resumen en la **Tabla RE.5.1**.

Tabla RE.5.1

Resumen de las categorías principales para el año 2022

Código	Categoría de fuente o sumidero	Gas	Nivel 2022 (con UTCUTS)	Tendencia (con UTCUTS)	Nivel 2022 (sin UTCUTS)	Tendencia 1998–2022 (sin UTCUTS)
1.A.1.	Industrias de la energía – combustible sólido	CO ₂	✓	✓	✓	✓
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂	✓	✓	✓	✓
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	✓	✓	✗	✗
1.A.1.	Industrias de la energía – combustible líquido	CO ₂	✓	✓	✓	✓
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	✓	✓	✗	✗
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄	✓	✗	✓	✗
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	✓	✓	✗	✗
3.A.1.b.	Otros vacunos (fermentación entérica)	CH ₄	✓	✓	✓	✓
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	✓	✓	✗	✗
1.A.1.	Industrias de la energía – combustible gaseoso	CO ₂	✓	✓	✓	✓
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción – combustible líquido	CO ₂	✓	✗	✓	✗
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	✓	✓	✓	✓
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂	✓	✗	✓	✓
1.A.4.	Otros sectores – combustible líquido	CO ₂	✓	✗	✓	✗
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄	✗	✗	✗	✓

Fuente: elaboración propia

RE.6. Mejoras introducidas

El inventario 1998–2022 introdujo mejoras sustanciales en todos los aspectos del proceso:

- Transparencia: incorporación del formato CBIT-GSP y documentación detallada de métodos, ecuaciones, datos de actividad y factores de emisión.
- Exhaustividad: ampliación de la cobertura a todas las categorías IPCC pertinentes, garantizando que cada fuente se reporte con valor o clave de notación.
- Coherencia: reconstrucción completa de la serie 1998–2022 con metodologías uniformes y validación interinstitucional.
- Exactitud: verificación de todas las categorías, controles automáticos de coherencia y aplicación integral del plan de AC/CC.
- Comparabilidad: uso uniforme de PCA 100 AR5 y de los formatos de reporte del MTR.

Entre las prioridades identificadas para próximos ciclos destacan:

- Desarrollo de factores de emisión y parámetros nacionales.
- Fortalecimiento institucional del SNINGEI y formalización de su ciclo operativo.
- Consolidación del sistema de archivo y documentación permanente.
- Mejora de la calidad de datos estadísticos y su integración con el Sistema Estadístico Nacional (SEN) y la ONE.

Capítulo 1. Introducción

Este documento presenta el primer Informe del Inventario Nacional 2022, que incluye el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de República Dominicana 1998-2022 (NID 2022), incluido en el Primer Informe Bienal de Transparencia y Cuarta Comunicación Nacional como parte de los compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París. En este capítulo se incluyen las generalidades del cambio climático y de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI), seguido de una descripción de los arreglos institucionales; el proceso de planeación, elaboración y gestión del inventario; aspectos metodológicos, categorías principales, análisis de incertidumbre y exhaustividad.

1.1. Antecedentes generales sobre inventarios y cambio climático

1.1.1. Cambio climático

La influencia humana en el sistema climático es innegable, y las emisiones antropogénicas recientes de gases de efecto invernadero (GEI) han alcanzado niveles sin precedentes en la historia. Los cambios climáticos observados en las últimas décadas han generado impactos generalizados y significativos en los sistemas humanos y naturales, afectando tanto los ecosistemas como las economías a nivel global. La atmósfera y los océanos han experimentado un aumento sostenido de las temperaturas, acompañado de una disminución en los volúmenes de nieve y hielo y un aumento en el nivel del mar (IPCC, 2014). Desde la era preindustrial, las emisiones de GEI, impulsadas por el crecimiento económico y demográfico, han generado concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) que no tienen parangón en al menos los últimos 800,000 años. Estas concentraciones han alterado significativamente el equilibrio del sistema climático, siendo sumamente probable que las actividades humanas hayan sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX (IPCC, 2014).

Frente a esta realidad, la comunidad internacional ha adoptado importantes compromisos para abordar el cambio climático, entre los cuales se destaca la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Ratificada por la República Dominicana en julio de 1998 mediante el Decreto 417-98 del Congreso Nacional, la CMNUCC tiene como objetivo principal estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a niveles que eviten interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático (CMNUCC, 1992). En virtud de este compromiso, la República Dominicana debe elaborar, actualizar y publicar regularmente inventarios nacionales de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros, para facilitar esta información a la Conferencia de las Partes (COP).

El panorama internacional se fortaleció con la adopción del Acuerdo de París en la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) en diciembre de 2015, donde los países acordaron un Marco de Transparencia Reforzado (MTR) para la acción climática y el apoyo (Artículo 13). Este marco integra flexibilidad según las capacidades de cada país y establece un plan de acción global para limitar el aumento de la temperatura media mundial a muy por debajo de 2 °C, con esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. Asimismo, el Acuerdo de París requiere que cada país presente y revise cada cinco años su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), con el fin de alcanzar la meta global de reducción de emisiones (CMNUCC, 2015).

En línea con estos compromisos, los países signatarios deben presentar Comunicaciones Nacionales (NC) cada cuatro años y, a partir de diciembre de 2024, Informes Bienales de Transparencia (BTR) cada dos años. Estos informes incluyen el Informe de Inventario Nacional, el cual detalla las emisiones y absorciones de GEI por sector, promoviendo la transparencia y la rendición de cuentas. Este marco refuerza la cooperación internacional y subraya la importancia de las acciones nacionales coordinadas para enfrentar la crisis climática y avanzar hacia un futuro sostenible y resiliente.

1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Los inventarios son un registro detallado, desglosado por fuentes y sumideros, de las emisiones y absorciones anuales o de varios años (serie temporal) de GEI derivadas de actividades humanas (CMNUCC, 2009). La elaboración y presentación de estos inventarios, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), trae beneficios para el país, como:

- Facilitar información crucial para la evaluación y planificación del desarrollo económico.
- Proveer datos importantes para enfrentar otros problemas ambientales.
- Identificar y mejorar las deficiencias en la información nacional.
- Evaluar las opciones de mitigación de GEI.
- Sentar las bases para los esquemas de comercio de emisiones.

Para asegurar la credibilidad, coherencia y comparabilidad de los inventarios entre los países, la CMNUCC adopta las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que incluyen metodologías para estimar emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ y NF₃. Se clasifican los sectores económicos en categorías según los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), y Residuos, de acuerdo con el Acuerdo de París (Decisión 1/CP.21.).

En línea con lo anterior, República Dominicana presentó su primer inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) como parte de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático¹, tomando 1990 como año de referencia de conformidad con la Decisión 10/CP.2 e incluyendo adicionalmente la estimación para el año 1994. Posteriormente, en su Segunda Comunicación Nacional² se presentó el segundo INGEI con estimaciones de emisiones para 1998 y 2000. El tercer INGEI, presentado en la Tercera Comunicación Nacional³, hace referencia a 2010. El cuarto INGEI, que forma parte del Primer Informe Bienal de Actualización (BUR), incluye las emisiones y absorciones de GEI para 2010 y 2015.

Durante el año 2023, República Dominicana elaboró un INGEI nacional (no incluido en ningún instrumento de la UNFCCC), el cual incluyó por primera vez una serie temporal completa de las emisiones y absorciones de GEI desde 1998 a 2018, primer informe de esta índole que el país realiza. Este informe representó un esfuerzo significativo para cumplir con los compromisos internacionales de la República Dominicana en cuanto a la gestión y reporte de datos relacionados con el cambio climático. Este INGEI fue sometido a un proceso de aseguramiento de calidad (AC) *in country* liderado por la CMNUCC.

¹ PRIMERA COMUNICACION NACIONAL - LA REPÚBLICA DOMINICANA (unfccc.int)

² 2nda Nacional ok.pdf (unfccc.int)

³ Informe Tercera Comunicacio<0301>n (Para WEB).pdf (unfccc.int)

Durante el 2024 y 2025 con el respaldo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), República Dominicana elabora su Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR1) combinado con la Cuarta Comunicación Nacional (NC4), que contiene el INGEI 1998-2022, para ser presentados a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Este INGEI recoge todos los esfuerzos progresivos que ha realizado República Dominicana a lo largo de los años, logrando mejoras sustanciales que se ven reflejados en los capítulos sectoriales.

1.2. Descripción de circunstancias nacionales y arreglos nacionales

1.2.1. Arreglos institucionales y punto focal nacional

El Inventario Nacional de GEI 1998–2022 se desarrolla dentro del Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SNINGEI), componente técnico del Sistema Nacional de Transparencia Climática, coordinado por el Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN), a través del Departamento de Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático.

El sustento jurídico e institucional del SNINGEI se establece en un conjunto de instrumentos normativos que definen las competencias de las entidades participantes.

Asumiendo el desafío del cambio climático, cuyos impactos ponen en peligro el desarrollo institucional, económico, social y ambiental de los países en desarrollo, en particular los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID), como la República Dominicana, la Constitución del país declara en su Artículo 194 que: “Es prioridad del Estado la formulación y ejecución, mediante ley, de un plan de ordenamiento territorial que asegure el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales de la Nación, acorde con la necesidad de adaptación al cambio climático”.

La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 64-00 (2000), crea el MMARN como órgano rector del sector ambiental, con la función de formular, coordinar y supervisar la política ambiental y de recursos naturales, y, en su Artículo 16, de promover y coordinar las acciones necesarias para el cumplimiento de los compromisos internacionales ambientales y climáticos, incluyendo la elaboración de los inventarios nacionales de GEI.

La Ley No. 509-06, que crea la Oficina Nacional de Estadística (ONE) y el Sistema Estadístico Nacional (SEN): designa a la ONE como órgano rector de las estadísticas oficiales, con responsabilidad en la producción y coordinación de información estadística nacional. Su participación en el SNINGEI se formaliza mediante la Resolución No. 17-2014, que le asigna funciones de control de calidad (CC) y validación de los datos estadísticos empleados en el inventario.

El Decreto No. 601-08 (2008) crea la Comisión Nacional de Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), como instancia interinstitucional encargada de coordinar las políticas, estrategias y acciones nacionales sobre cambio climático, y de dar seguimiento al cumplimiento de los compromisos internacionales del país ante la CMNUCC.

La Resolución 17/2014 del actual MMARN aprueba el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero, el cual sería coordinado por la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático. Para ello se crea el Departamento de Inventarios de GEI (Actual Departamento de Métrica y Transparencia), con la siguiente finalidad y atribuciones:

- Coordinar y comunicar los aspectos relativos a los inventarios de GEI con las demás instituciones.
- Contribuir con la reducción voluntaria de las emisiones a través de la preparación permanente de los inventarios de GEI, la coherencia de las emisiones notificadas y la calidad de los resultados.
- Realizar modelaciones climáticas.
- Asegurar la disponibilidad de datos sobre los GEI para apoyar la toma de decisiones y la información oportuna a la comunidad internacional.

La función principal del Departamento de Métrica y Transparencia es la de desarrollar y actualizar los factores de emisiones de los GEI, actuando en dos niveles diferenciados:

- Nivel general: se encarga de recolectar y depurar los datos estadísticos, impulsar las bases de datos y coordinar el seguimiento y evaluación de las medidas contra los efectos del cambio climático.
- Nivel técnico: coordina la realización y análisis de estudios técnicos para la preparación de los escenarios climáticos y los Inventarios Nacionales de GEI.

Respecto a la vinculación con otras instituciones, el párrafo V de dicha Resolución reza: “El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, coordinará con instituciones públicas y privadas para el levantamiento, procesamiento, y verificación de informaciones de GEI a nivel Nacional” (Ministerio de Medio Ambiente, 2014).

Las instituciones involucradas en el Sistema Nacional de Inventarios y sus roles de acuerdo con la Resolución 17/2014 del actual MMARN, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. 1

Sistema Nacional de Inventarios de República Dominicana

<i>Rol</i>	<i>Institución</i>
Puntos Focales	MMARN y CNCCMDL
Coordinación	Departamento de Métrica y Transparencia del Cambio Climático Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad MMARN
Control de Calidad	ONE
Aseguramiento de Calidad	Academia

Fuente: elaboración propia

El Decreto No. 541-20: crea el Sistema Nacional de Transparencia Climática, coordinado por el MMARN, con el propósito de organizar y reportar la información sobre acciones climáticas nacionales conforme al Artículo 13 del Acuerdo de París. Este decreto integra al SNINGEI como subsistema técnico especializado para el registro y reporte de emisiones y absorciones de GEI.

Finalmente, la Resolución CNCCMDL-02/202, aprueba la actualización de la estructura operativa del SNINGEI, y definiendo los mecanismos de coordinación y validación interinstitucional. Ratifica al MMARN como coordinador nacional, a la ONE como entidad responsable del control y validación estadística, y a la academia como institución de aseguramiento de calidad (AC).

1.2.2. Proceso de preparación del inventario

El proceso de desarrollo y validación del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de República Dominicana ha sido un esfuerzo colaborativo y técnico, destacando la importancia de asegurar la calidad y coherencia de los datos recopilados a lo largo de los años.

El proceso de elaboración del presente INGEI se elaboró en dos etapas, tomando como base el último inventario reportado ante la CMNUCC y contenido en Primer Informe Bienal de Actualización de República Dominicana (fBUR). El INGEI contenido en el fBUR, presentó el INGEI 2015, sin una serie temporal completa y con falta de recálculos para años reportados anteriormente, salvo 2010. Se tomaron como base las recomendaciones⁴ proceso ICA (Consulta y Análisis Internacional, por sus siglas en inglés).

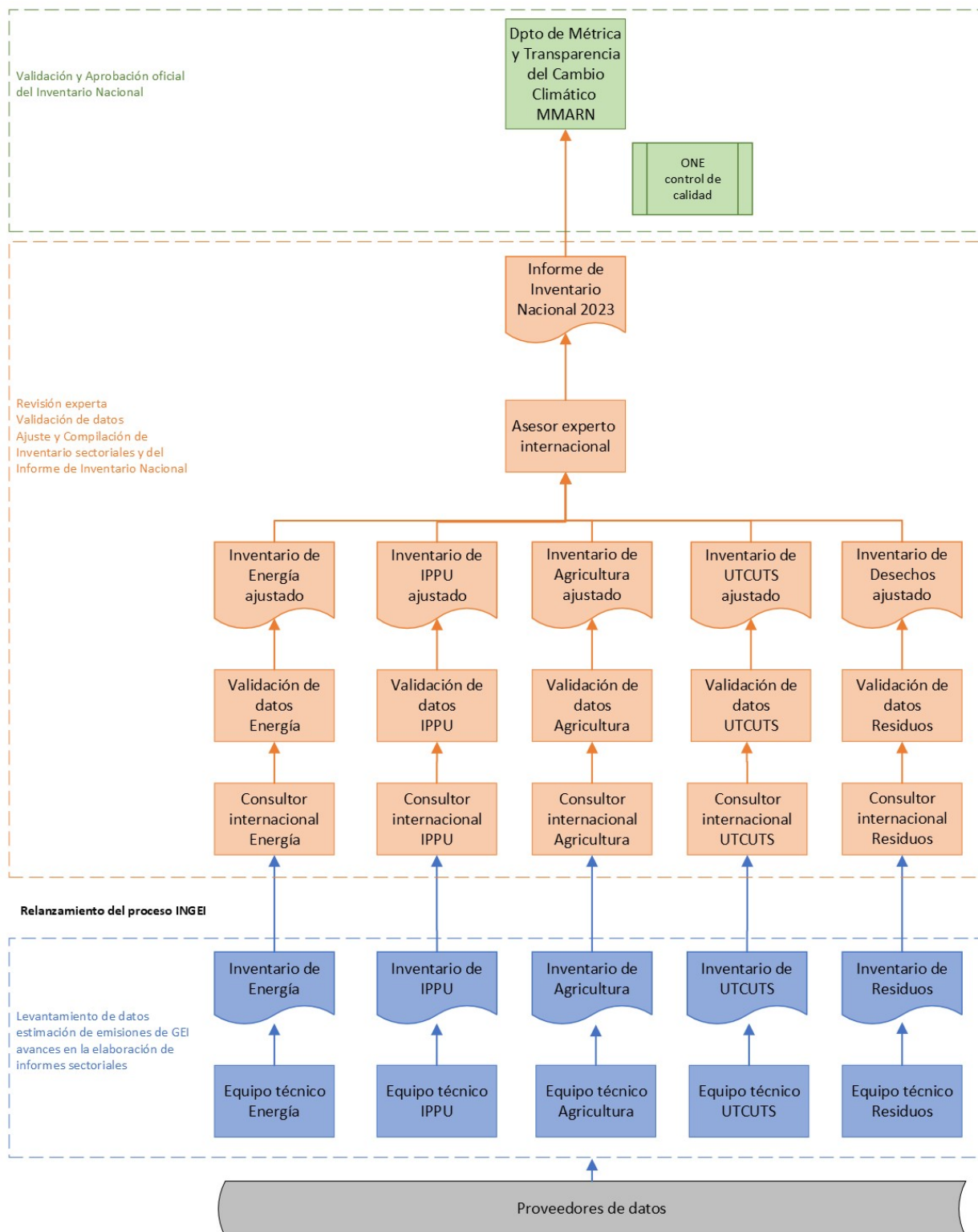
Durante la revisión del inventario anterior se identificaron errores, omisiones y la ausencia de archivos consolidados de inventarios previos, lo que requirió emprender una reconstrucción integral de las series históricas y metodologías utilizadas, con el objetivo de garantizar la coherencia temporal, la trazabilidad y la comparabilidad de las estimaciones para todo el período.

La elaboración inventario interno 1998-2018 contó con la participación de diversos actores nacionales e internacionales liderados por el Departamento Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático del MMARN, con el apoyo logístico del primer proyecto CBIT, coordinado por el CEDAF y a través del financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). La **Figura 1.1** presenta un esquema general de la elaboración del inventario 1998-2018:

⁴ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/tasr2020_DOM.pdf

Figura 1. 1

Esquema general del proceso de elaboración y aprobación del inventario 1998-2018



Fuente: elaboración propia

El proceso de elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero serie 1998-2018 fue coordinado y liderado por el Departamento de Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático del MMARN.

Como primer paso, en el año 2019 se enviaron comunicaciones para la solicitud de designación de enlaces/puntos de contacto para los trabajos del INGEI. El 95% de las instituciones respondieron designando un/a representante. Se generó un listado sectorial de los nominados y participantes en el levantamiento de información y validación de esta. En las siguientes tablas se detallan los actores clave de cada sector del INGEI (consultar los capítulos de cada sector por información adicional y otros actores involucrados en la elaboración del INGEI).

Tabla 1. 2

Descripción de las instituciones/organizaciones relacionadas con el sector Energía

<i>Sector Energía</i>
Dirección General de Aduanas
Dirección General de Impuestos Internos
Instituto Dominicano de Aviación Civil
Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre
Refinería Dominicana de Petróleo PDV, S.A
Superintendencia de Electricidad
Oficina Nacional de Estadística
Ministerio de Energía y Minas
Dirección General de Impuestos Internos
Autoridad Portuaria Dominicana
Armada de la República Dominicana

Fuente: elaboración propia

Nota: ver Capítulo Sectorial por otras instituciones/organizaciones involucradas

Tabla 1. 3

Descripción de las instituciones/organizaciones relacionadas con el sector IPPU

<i>Sector IPPU</i>
Dirección General de Aduanas
Oficina Nacional de Estadísticas
Dirección General de Impuestos Internos
Banco Central de la República Dominicana
Dirección General de Minería
Cementos Santo Domingo
Ministerio de Medio Ambiente (PRONAOZ)
Cementos PANAM
UNEP-DTU
Argos Dominicana
Cementos Cibao
Cemex Dominicana
Ministerio de Energía y Minas
Asociación Dominicana Productores de Cemento Portland, INC.

Fuente: elaboración propia

Nota: ver Capítulo Sectorial por otras instituciones/organizaciones involucradas

Tabla 1. 4

Descripción de las instituciones/organizaciones relacionadas con el sector Agricultura

<i>Sector Agricultura</i>
Ministerio de Agricultura
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Dirección General de Ganadería
Banco Central de la República Dominicana
Oficina Nacional de Estadística
Instituto Dominicano del Café

Fuente: elaboración propia

Nota: ver Capítulo Sectorial por otras instituciones/organizaciones involucradas

Tabla 1. 5

Descripción de las instituciones/organizaciones relacionadas con el sector UTCUTS

Sector UTCUTS
Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño / Sostenibilidad Climática Inc.
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Universidad Católica del Cibao / Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño
Viceministerio de Recursos Forestales, Ministerio de Medio Ambiente
Proyecto REDD+
Coalition for Rainforest Nations

Fuente: elaboración propia

Nota: ver Capítulo Sectorial por otras instituciones/organizaciones involucradas

Tabla 1. 6

Descripción de las instituciones/organizaciones relacionadas con el sector Residuos

Sector Residuos
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)
Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA)
Oficina Nacional de Estadísticas (ONE)
Liga Municipal Dominicana (LMD)
Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU)
Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago (CORAASAN)
Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Boca Chica (CORAABOCA)
Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Plata (CORAAPLATA)
Plan Sierra
Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD)

Fuente: elaboración propia

Nota: ver Capítulo Sectorial por otras instituciones/organizaciones involucradas

Todos los procesos de la primera fase del INGEI se realizaron de forma virtual debido a la pandemia del COVID-19. Dichos procesos involucraron la recolección y procesamiento de datos, validación de los mismos con actores clave, talleres de presentación y elaboración de informes sectoriales.

En esta primera etapa, el Dpto. de Métrica y Transparencia de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático del MMARN lideró la estimación de los sectores Energía, IPPU y Desechos. El sector Agricultura fue estimado por el Ministerio de Agricultura, y por su parte, las emisiones del sector UTCUTS fueron estimadas en colaboración con la *Coalition for Rainforest Nations*.

Con el objetivo de apoyar la conclusión de este trabajo, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la Capacidad de República Dominicana para Generar Información y Conocimiento Climático en el Marco del Acuerdo de París” bajo la Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT), se desarrolló una consultoría para la revisión y validación de la base de datos existente del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de la República Dominicana en cada uno de sus cuatro sectores del IPCC, para la serie temporal 1998-2018 y elaboración del borrador de Informe Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) con los cuatro sectores compilados, en formato NIR, a través de una metodología establecida en las Directrices IPCC 2006 y las Refinadas 2019, con el objetivo de fortalecer las capacidades técnicas nacionales de este equipo y otros actores clave que participan en el proceso. En esta etapa se contó con la contratación de asesor internacional experto en inventarios para la supervisión técnica de todo el proceso, el desarrollo de los temas transversales del inventario, su compilación, y para la edición del Informe del Inventario

Nacional 2022. Adicionalmente, consultores internacionales realizaron una revisión experta y ajustaron, cuando fue pertinente, las estimaciones sectoriales realizadas previamente.

En este contexto, se llevaron a cabo una serie de talleres de coordinación internos con el MMARN y de validación de datos de actividad con actores clave sectoriales, los cuales constituyen la base sobre la cual se elaboró en INGEI 1998-2018.

Las sesiones de coordinación interna se realizaron en modalidad virtual y fueron estructurados por sector de inventario. En cada sesión se profundizó en el proceso realizado para la recolección de información y una puesta a punto de los alcances realizados por el país en relación con el inventario 1998-2018.

Los talleres de validación de datos con actores clave, se estructuraron en modalidad híbrida, permitiendo la participación tanto de manera remota como presencial, facilitando así la interacción efectiva de los participantes. Cada taller se enfocó en un sector particular, abordando detalladamente el proceso de recolección y procesamiento de datos de actividad y parámetros relacionados. La participación activa de representantes de diversos sectores contribuyó al intercambio de conocimientos, la clarificación de dudas y la identificación de nuevas fuentes de información.

Los talleres sectoriales de validación de datos se realizaron en agosto 2023, e incluyeron:

1. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector Energía: Se abordaron aspectos específicos relacionados con la actividad energética, asegurando la precisión de los datos y la comprensión de los parámetros involucrados.
2. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector IPPU-Cemento Enfocado en el sector de producción de cemento, se analizaron los datos de actividad y parámetros asociados.
3. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector IPPU-Otras Categorías: Se exploraron las diferentes categorías de emisión en el sector IPPU, asegurando una cobertura completa.
4. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector Agricultura: Se profundizó en la actividad agrícola, evaluando los datos correspondientes y discutiendo posibles mejoras en las estimaciones.
5. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector UTCUTS: Se centró en el sector de UTCUTS, abordando de manera específica sus datos de actividad y parámetros en base al inventario 2000-2018 y otros documentos nacionales forestales.
6. Taller de Validación de Datos de Actividad del Sector Desechos : Se centró en el sector de Desechos, abordando sus datos de actividad y parámetros y discutiendo posibles mejoras en las estimaciones.

Durante el proceso se contó con el apoyo la Oficina Nacional de Estadística (ONE) para el control de calidad de datos.

Los resultados del INGEI fueron presentados en un taller de validación el 2 de noviembre 2023, con participación de actores clave sectoriales. Durante dicho taller se recibieron retroalimentaciones que fueron incorporadas en el documento del INGEI 1998-2018. Los materiales de los talleres de validación forman parte de los archivos de respaldo del INGEI 1998-2018. El documento final del INGEI fue validado y aprobado por el Dpto. de Métrica y Transparencia de la Dirección de del MMARN.

Entre el 8 y 12 de abril de 2024 se realizaron sesiones de Aseguramiento de la calidad del sistema de gestión del inventario nacional de GEI y del Inventario Nacional de GEI de República Dominicana, organizado por el Secretariado de la CMNUCC, en donde se recibieron retroalimentaciones adicionales del inventario 1998-2018. Estas recomendaciones fueron tomadas como base para la siguiente etapa. Se presenta un resumen del resultado del proceso en el Anexo 6.

La segunda parte del proceso continua en 2024, con el proyecto Elaboración del Informe Bienal de Transparencia combinada con la Cuarta Comunicación Nacional (BTR1/NC4) (GEF, PNUMA) en donde se revisa y completa la serie anual 1998-2022. Para este proyecto, se crea un CONSEJO CONSULTIVO para dar seguimiento, guía y asesoramiento y toma de decisiones al proceso del BTR, incluyendo el presente inventario.

Para este proceso se contó con la experiencia y lecciones aprendidas del 1BUR y el INGEI interno 1998-2018 y las recomendaciones del Aseguramiento de Calidad de la CMNUCC, contando, además, con una amplia base de datos de expertos y proveedores de información. La ONE tomó un rol muy importante en la adquisición, verificación y validación de datos. Se continuó con el formato ejecutado en INGEI 1998-2018 de talleres participativos de validación de datos y validación de resultados, pero se incorporó una validación adicional del documento.

Se realizaron en septiembre de 2024 los **talleres de validación de datos** y en octubre de 2024 los **talleres de validación de resultados**. Los talleres se realizaron por sector. En algunos casos las sesiones se subdividieron como ser:

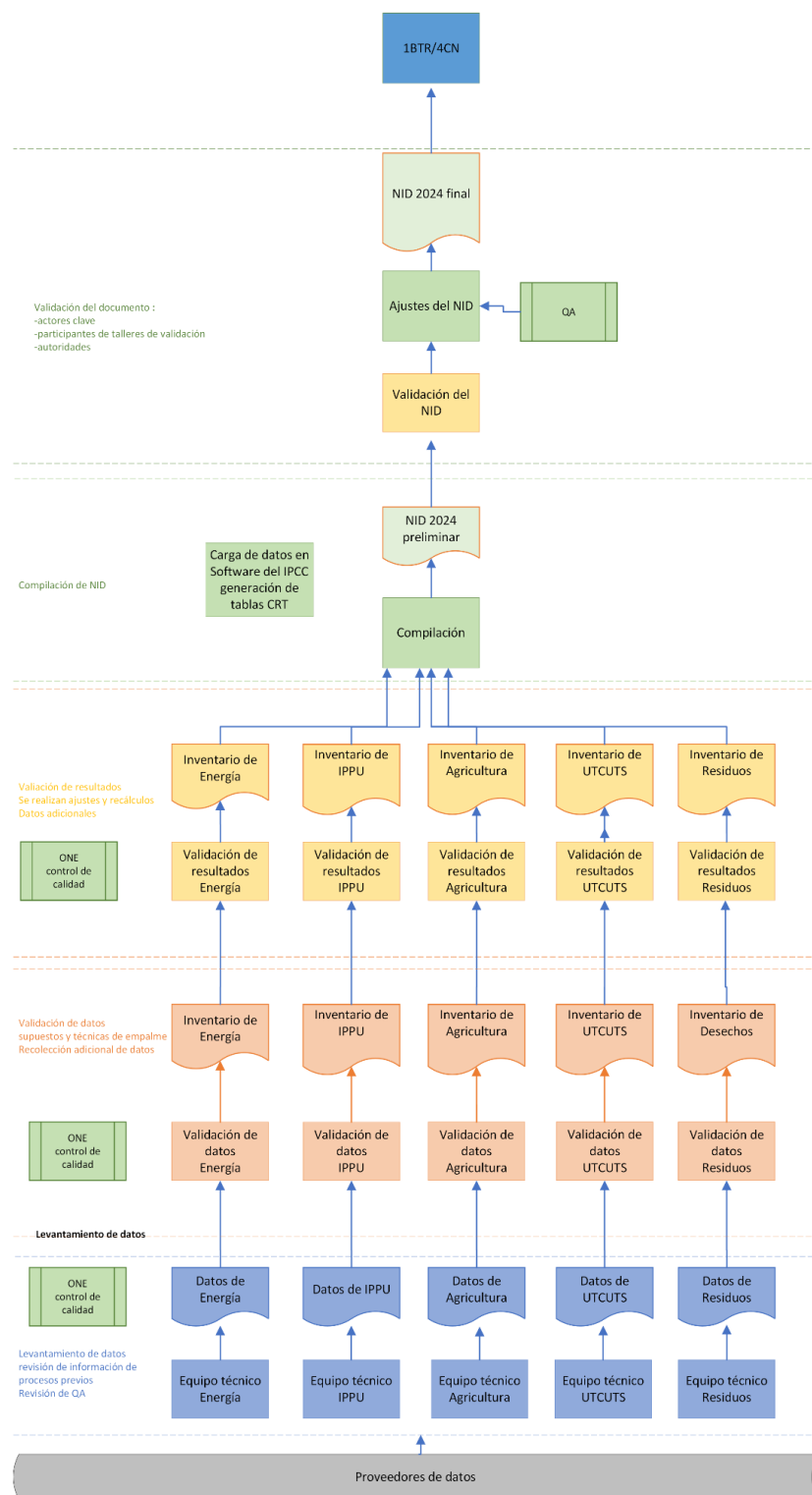
- Por motivos de confidencialidad la sesión de Cemento se realizó por separado
- Para separar categorías que requieren diferentes conocimientos se dividieron en Agricultura las sesiones de Ganadería de Agricultura
- Para Energía se contaron con sesiones por separado para actores de transporte terrestre y marítimo.

La **validación del documento** se realizó durante talleres sectoriales en febrero del 2025. Luego de recibidos, los comentarios fueron incorporados en la versión final del NID.

Para la elaboración de las CRT, la información se carga en el Software de Inventario del IPCC v 2.98.

Figura 1. 2

Esquema general del proceso de elaboración y aprobación del inventario 1998-2022



Fuente: elaboración propia

En total, se realizaron más de quince talleres y reuniones técnicas durante el proceso de preparación del inventario, incluyendo espacios de coordinación interinstitucional, validaciones sectoriales y nacionales, y reuniones de trabajo del Consejo Consultivo. En cada uno de ellos se promovió la participación abierta, el intercambio de información y la construcción consensuada de las bases de datos y los resultados, fortaleciendo la transparencia y la apropiación nacional del proceso. Estos talleres fueron plenamente participativos, con la participación de las instituciones proveedoras de información, los equipos técnicos de ministerios, la ONE y las entidades sectoriales. En cada sesión se revisaron de forma conjunta las planillas de datos, los supuestos y las fuentes, se identificaron vacíos de información y se acordaron ajustes y responsables para su actualización.

El taller nacional de validación del documento del INGEI 1998–2022 se llevó a cabo en 2025, constituyendo la instancia final de revisión técnica interinstitucional.

El MMARN, como autoridad nacional coordinadora del SNINGEI, fue responsable de la revisión técnica final y la aprobación oficial del documento del inventario. La versión definitiva fue aprobada por el MMARN, con el aval técnico del Consejo Consultivo y de los equipos sectoriales, con la verificación general de consistencia de datos realizada por la ONE.

En conjunto, la preparación del INGEI 1998–2022 representó un proceso nacional de reconstrucción técnica, cooperación interinstitucional y validación participativa, desarrollado conforme a los principios TACCC de transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud, que consolidó la capacidad del país para elaborar inventarios anuales consistentes y alineados con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPD) del Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Acuerdo de París.

El archivo de la documentación resultante del proceso de INGEI es mantenido por el Dpto. de Métrica y Transparencia del Cambio Climático del MMARN

Durante el desarrollo del proceso se identificaron brechas técnicas e institucionales, así como obstáculos de gestión y ejecución, que enlentecieron la elaboración del INGEI. Estos desafíos se relacionan en gran medida con la naturaleza temporal de los proyectos de cooperación, la discontinuidad en la disponibilidad de recursos, y la limitada capacidad de planificación y seguimiento permanente del ciclo de inventarios. Ello reafirma la importancia de que la República Dominicana continúe avanzando en la internalización y sostenibilidad institucional del proceso de elaboración de inventarios, fortaleciendo la gestión técnica y administrativa del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNINGEI). De este modo, se incrementará la eficiencia, eficacia y calidad de los inventarios futuros, garantizando su desarrollo continuo y oportuno bajo el Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Acuerdo de París.

1.2.3. Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación

La garantía y control de la calidad y verificación es una parte esencial del sistema para la mantención y el incremento de la calidad de los inventarios.

Según las Directrices del IPCC de 2006, es una buena práctica establecer y aplicar procedimientos de aseguramiento y control de calidad, y verificación (AC/CC) para el desarrollo de inventarios que puedan evaluarse fácilmente con respecto a la calidad (transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud).

El Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 1998–2022 fue implementado conforme a las Directrices del IPCC 2006 (Volumen 1, Capítulo 6) y en concordancia con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPD) del Marco de Transparencia Reforzado (MTR) del Acuerdo de París. Su objetivo fue garantizar que los datos, cálculos y procedimientos del inventario cumplieran con los principios TACCC de transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud, asegurando la trazabilidad y consistencia metodológica en todas las etapas del proceso.

Las actividades de AC/CC fueron parte integral del proceso del inventario. Los resultados de las actividades de AC/CC produjeron la reevaluación de las estimaciones reportadas anteriormente por República Dominicana en sus comunicaciones nacionales y primer informe bienal de actualización y, por consiguiente, mejoras en las estimaciones de las emisiones y absorciones que son parte de este reporte.

Durante la preparación del INGEI 1998–2022, el plan de AC/CC se aplicó de manera transversal y continua, abarcando todas las etapas del proceso —desde la recopilación de información y estimaciones sectoriales hasta la consolidación nacional y la validación interinstitucional—.

En cuanto al control de la calidad, el cual consiste en actividades técnicas rutinarias destinadas a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se elabora, se aplicaron actividades generales y específicas señaladas en las Directrices del IPCC de 2006.

La Oficina Nacional de Estadística (ONE) desempeñó la función de entidad de control de calidad (CC), encargada de revisar la coherencia estadística de los datos de actividad, las fuentes oficiales utilizadas, las unidades, los factores de conversión y la consistencia temporal de las series.

Entre las principales acciones desarrolladas se destacan:

- Verificación estadística y revisión de fuentes por parte de la ONE, comparando datos de producción, importaciones, exportaciones, censos y PIB, y verificando la correspondencia con los valores reportados en los cálculos del inventario.
- Control de consistencia interanual de las series 1998–2022, identificando variaciones abruptas y garantizando su justificación técnica.
- Revisión técnica de los cálculos y unidades, verificando la correcta aplicación de fórmulas y metodologías del IPCC, así como la trazabilidad de los supuestos adoptados por los técnicos sectoriales.
- Evaluación de la exhaustividad, con identificación y validación de categorías NE (no estimado), IE (incluido en otro lugar), NO (no ocurre) y NA (no aplicable), asegurando su documentación en el inventario.
- Revisión cruzada intersectorial, especialmente entre los sectores Energía e IPPU, para evitar doble contabilización de emisiones asociadas al uso de combustibles o procesos industriales.

-
- Controles automáticos de coherencia implementados en las planillas nacionales y en el Software del IPCC v2.98, verificando balances, conversiones y totales nacionales.
 - Aplicación de listas de verificación sectoriales, utilizadas por los técnicos del SNINGEI para documentar cada control realizado, observación formulada y ajuste aplicado.
 - Revisión documental de supuestos y fuentes, garantizando la existencia de referencias explícitas para cada valor de entrada o factor de emisión utilizado.

Los resultados del proceso de control de calidad nacional quedaron registrados en el Informe de Control de Calidad del INGEI 1998–2022, que documenta los procedimientos de revisión, los hallazgos principales, las medidas correctivas aplicadas y las recomendaciones para los próximos ciclos de inventario.

Entre el 8 y 12 de abril de 2024 se realizaron sesiones de *Aseguramiento de la calidad del sistema de gestión del inventario nacional de GEI y del Inventario Nacional de GEI de República Dominicana*, organizado por el Secretariado de la CMNUCC, en donde se recibieron retroalimentaciones del inventario INGEI 1998-2018, cuyos resultados fueron incorporados en el presente NID.

Además, el presente inventario fue sometido a revisión por parte del Dpto. de Métrica y Transparencia del Cambio Climático del MMARN, quien otorga su aprobación oficial.

Por último, con lo que respecta a la verificación, la cual consiste en métodos externos al inventario que aplican datos independientes —entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos—, las principales actividades fue la comparación entre el método de referencia y el método sectorial en el sector Energía, la comparación de las emisiones de CO₂ de la producción de cemento mediante la aplicación del método de Nivel 1 y el Nivel 2, comparación de las estimaciones de los sectores de Agricultura y UTCUTS con respecto a las estimaciones reportadas en FAOSTAT.

La implementación del plan de AC/CC permitió fortalecer la coherencia interna y la trazabilidad de los cálculos, reducir la incertidumbre de las estimaciones, mejorar la documentación de los procedimientos y consolidar una práctica institucional de verificación permanente, garantizando que el INGEI 1998–2022 cumpla plenamente con las exigencias del Marco de Transparencia Reforzado (MTR).

1.3. Archivo de la información

El proceso de preparación y actualización del inventario implica el uso de numerosos conjuntos de datos, herramientas, documentos, referencias, así como la aplicación de una variedad de supuestos, juicios de expertos y conversiones de datos los cuales deben ser documentados y archivados.

El archivo de la documentación resultante del proceso de INGEI es mantenido por el Dpto. de Métrica y Transparencia del Cambio Climático del MMARN. Para ello se cuenta con un conjunto de carpetas estandarizadas para el respaldo de archivos y documentación.

1.1. Descripción general de las metodologías (incluyendo Niveles) y fuentes de datos utilizadas

La metodología más reciente para el desarrollo de los inventarios —promovida y aprobada por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París (CMA) y aplicadas por República Dominicana para su INGEI 1998-2022— son las Directrices del IPCC de 2006, que incluyen metodologías y métodos para estimar los principales GEI producto de la actividad humana, estos GEI son: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ y el trifluoruro de nitrógeno (NF₃).

Las Directrices del IPCC de 2006 están conformadas por cinco volúmenes. El primero de ellos describe una orientación general para el desarrollo de un inventario nacional de GEI. Los otros cuatro volúmenes están orientados a sectores específicos —sus procesos, fuentes o sumideros— los cuales son: Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU); y Residuos. Es importante observar que República Dominicana presenta el sector AFOLU separado en dos sectores, por una parte, se presenta el sector Agricultura y, por otra parte, el sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) con el fin de transparentar los GEI de cada sector en línea con los requerimientos de las Modalidades Procedimientos y Directrices (MPG, por sus siglas en inglés) del Acuerdo del París, facilitando el desarrollo y gestión de cada sector, ya que son preparados por equipos técnicos diferentes.

Aplicar los indicadores de calidad de las Directrices (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) contribuyen a obtener estimaciones con menos sesgos y asegurar la mejora de la calidad de los inventarios. Según estas Directrices, el abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana, denominado datos de actividad, con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria, denominados factores de emisión.

Por consiguiente, la ecuación básica es:

Ecuación 1.1

Ecuación básica para la estimación de gases de efecto invernadero

$\text{Emisiones} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$

Fuente: Elaboración propia con base en la Sección 1.4, Capítulo 1, Volumen 1, Directrices del IPCC de 2006.

Aunque la Ecuación 1.1 es muy utilizada, las Directrices del IPCC de 2006 también contienen métodos de equilibrio de masa. Para el sector UTCUTS de este INGEI se utilizó el método de pérdidas y ganancias, el cual abarca todos los cambios anuales en las existencias de carbono de cualquier depósito (Ecuación 1.2).

Ecuación 1.2

Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (método de pérdidas y ganancias)

$\Delta CB = \Delta CG - \Delta CL$

Fuente: Ecuación 2.7, Capítulo 2, Volumen 4, Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

- ΔCB = cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), considerando la superficie total, t C año⁻¹
- ΔCG = incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa considerando la superficie total, t C año⁻¹
- ΔCL = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa considerando la superficie total, t C año⁻¹

Además de los abordajes metodológicos descritos anteriormente, las Directrices del IPCC de 2006 incluyen métodos de Nivel los cuales representan un nivel de complejidad metodológica. En general, se presentan tres niveles. El Nivel 1 es el método básico (usualmente por defecto), el Nivel 2, el intermedio, y el Nivel 3 es el más exigente en cuanto a la complejidad y a los requisitos de los datos.

A veces se denominan los niveles 2 y 3 métodos de nivel superior y se los suele considerar más exactos. Un resumen de los métodos de Nivel y los factores de emisión aplicados en el INGEI 1998-2022 se incluyen en la **Tabla 1.7**.

Tabla 1. 7

Resumen de métodos aplicados en el inventario de República Dominicana

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
1.	Energía	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO						
1.A.	Actividades de quema de combustible	T1, NE, NO	D, NE	T1, NE, NO	D, NE	T1, NE, NO	D, NE						
1.A.1.	Industrias de la energía	T1, NO	D	T1	D	T1	D						
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	T1, NO	D	T1, NO	D	T1, NO	D						
1.A.3.	Transporte	T1, NE	D	T1, NE	D	T1, NE	D						
1.A.4.	Otros sectores	T1, NE	D	T1, NE	D	T1, NE	D						
1.A.5.	Otros (especificar)	T1, NE	D	NE	NE	NE	NE						
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NE, NO	T1, NE, NO	T1, NE, NO	T1, NE, NO	NA, NE, NO	NA, NE, NO						
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	T1, NE	T1, NE	T1, NE	T1, NE	NA, NE	NA, NE						
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO										
2.	Procesos industriales y uso de productos	T1, T2, NO, NE	D, NE, NO	NA, NO	NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	NO	NO	NE, NO	NE, NO
2.A.	Industria de los minerales	T1, T2, NO	D, NO										
2.B.	Industria química	T1, NO	D, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.	Industria de los metales	T1, NE, NO	D, NE, NO	NA, NO	NA, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D	NA	NA	NA	NA						
2.E.	Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO							T1, IE	D, IE	NO	NO	NO	NO
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NO	NO	T1, NO	D, NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO	NE, NO
2.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.	Agricultura	NE, NO	NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO						
3.A.	Fermentación entérica			T1	D								
3.B.	Gestión del estiércol			T1	D	T1	D						
3.C.	Cultivo del arroz			T1	D								
3.D.	Suelos agrícolas					T1	D						
3.E.	Quema prescrita de sabanas			NE	NE	NE	NE						
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo			NE	NE	NE	NE						
3.G.	Encalado	T1	D										
3.H.	Aplicación de urea	T1	D										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE										
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	T1, T2, NO	D, NO	T1, NE, NO, NA	D, NE, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NA						

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
4.A.	Tierras forestales	T1, T2	D	T1	D	T1	D						
4.B.	Tierras de cultivo	T1	D	NE	NE	NE	NE						
4.C.	Pastizales	T1, T2	D	NE	NE	NE	NE						
4.D.	Humedales	T1*	D *	NA	NA	NA	NA						
4.E.	Asentamientos	T1	D	NA	NA	NA	NA						
4.F.	Otras tierras	T1*	D *	NA	NA	NA	NA						
4.G.	Productos de madera recolectada	T1	D										
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
5.	Residuos	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO						
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	NA	T1	D								
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE	NE	NE	NE						
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE						
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D						
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO						

Fuente: elaboración propia del Dpto. de Métrica y Transparencia de Cambio Climático, MMARN

T1 (IPCC Tier 1), T2 (IPCC Tier 2), D (IPCC por defecto), NA (No Aplica), NE (No Estimado), NO (No Ocurre), IE (Incluido en otra parte)

*4DHumedales y 4FOtras Tierras NE para 2019-2022

Por su parte, la **Tabla 1.8.** presenta las principales fuentes de información para cada uno de los sectores del inventario de República Dominicana (las restantes fuentes de información se pueden encontrar en detalle en los capítulos sectoriales).

Tabla 1. 8

Resumen de las principales fuentes de información por sector

<i>Sector</i>	<i>Principal fuente de información</i>
Energía	Balance Energético Nacional
	INTRANT
	CNE
	IDAC
IPPU	Dirección General de Aduanas
	ONE
	ADOCEM
	DGM
Agricultura	Ministerio de Agricultura
	FAOSTAT
	Banco Central
	DIGEGA
	IDIAF
UTCUTS	Inventario FOLU 2000-2018 – CfrN
	DIARENA
	Viceministerio de Recursos Forestales- MMARN
	FAO – FAOSTAT
Desechos	ONE
	FAO

Fuente: elaboración propia

Nota: todas las fuentes utilizadas por sector se presentan en los capítulos sectoriales.

Las herramientas utilizadas para el cálculo de los GEI en la mayoría de los sectores fueron las hojas de trabajo de las Directrices del IPCC de 2006 adaptadas a las circunstancias nacionales y elaboradas sobre libros de cálculo de MS Excel.

1.4. Análisis de categorías principales

Según las Directrices del IPCC de 2006 es una buena práctica que cada país identifique las categorías principales de una forma sistemática y objetiva. Una categoría principal es aquella que repercute significativamente sobre los inventarios de un país en términos del nivel, tendencias o incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI. Estas categorías deben ser la prioridad para enfocar el incremento de la calidad de los inventarios y dar mayor confianza en las estimaciones desarrolladas.

En cuanto a los métodos para la estimación de las categorías principales, el *Método 1* evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de fuentes y sumideros sobre el nivel (solo un año) y posiblemente la tendencia del inventario, según este método, las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, totalizan el 95 % de la suma del porcentaje individual de cada categoría.

En el marco del primer informe elaborado bajo el Marco de Transparencia Reforzado (MTR), el país aplicó flexibilidad sobre el requisito establecido en el párrafo 25 del Anexo de la Decisión 18/CMA.1, que permite a los países en desarrollo que lo necesiten utilizar un umbral inferior al 95 % —no menor al 85 %— para la identificación de categorías principales. En este análisis se adoptó un umbral del 85 %, priorizando la consistencia de la serie temporal y la identificación de las fuentes con mayor contribución a las emisiones nacionales.

República Dominicana realizó su análisis de categorías principales para los años 1998 y 2022, y para la tendencia 1998-2022, incluyendo y excluyendo al sector UTCUTS, y aplicando el Método 1 (**Tabla 1.9.**) (Se somborean en gris las categorías principales que suman 85%, y en blanco las que totalizan 95 %).

Estas categorías serán priorizadas en la implementación de mejoras tendientes a estimar las emisiones de GEI, en línea con los árboles de decisión de las Directrices del IPCC de 2006 (Nivel 2 o superior).

Tabla 1. 9

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Nivel 2022

1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO ₂
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO ₂
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO ₂
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO ₂
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄
1.B.2.b.	Gas Natural	CH ₄
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄
2.A.2.	Producción de cal	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO ₂
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N ₂ O

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. 10 (cont.)

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Nivel 2022, sin UTCUTS

1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO ₂
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO ₂
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO ₂
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO ₂
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄
1.B.2.b.	Gas Natural	CH ₄
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄
2.A.2.	Producción de cal	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO ₂
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N ₂ O
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N ₂ O

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. 11 (cont.)

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Tendencia

1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO ₂
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO ₂
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO ₂
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO ₂
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O
1.B.2.b.	Gas Natural	CH ₄
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂
2.A.2.	Producción de cal	CO ₂
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO ₂
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO ₂
1.A.3.a.	Aviación civil	CO ₂

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. 12 (cont.)

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Tendencia sin UTCUTS

1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4
2.A.1.	Producción de cemento	CO2
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4
2.A.2.	Producción de cal	CO2
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. 13 (cont.)

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Nivel 1998

4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO ₂
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO ₂
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO ₂
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄
3.A.4.e.	Equinos	CH ₄
1.A.3.a.	Aviación civil	CO ₂

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. 14 (cont.)

Resumen del análisis de categorías principales 2022 método 1

Nivel 1998 sin UTCUTS

1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO ₂
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO ₂
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO ₂
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO ₂
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄
3.A.4.e.	Equinos	CH ₄
1.A.3.a.	Aviación civil	CO ₂
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N ₂ O
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH ₄
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO ₂
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH ₄

Fuente: elaboración propia

El Anexo 1 presenta la estimación de las categorías principales por cada uno de los criterios evaluados.

1.5. Evaluación general de la incertidumbre

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la estimación de incertidumbres es crucial para un inventario exhaustivo. Esta práctica no solo ayuda a priorizar esfuerzos para aumentar la precisión de futuros inventarios, sino que también guía la selección de metodologías adecuadas y destaca áreas específicas necesitadas de mejoras.

El análisis de incertidumbre del inventario de República Dominicana de 1998-2022 se realizó utilizando el Método 1 de Propagación del Error. Este método estima incertidumbres en categorías individuales como datos de actividad y factores de emisión, aplicable tanto a tendencias generales como a años específicos.

Los resultados muestran que la incertidumbre total combinada fue de $\pm 16,2$ % para el año 1998 y de $\pm 15,3$ % para el año 2022, mientras que la incertidumbre asociada a la tendencia 1998–2022 alcanzó $\pm 57,0$ %.

Predominantemente, esta incertidumbre se debe a la utilización de factores de emisión por defecto, especialmente en lo relacionado con CH₄ y N₂O. Esto representa un desafío significativo para República Dominicana, resaltando la necesidad de desarrollar factores de emisión específicos que reflejen mejor las condiciones nacionales y reduzcan la incertidumbre global.

El Anexo 2 detalla la estimación de la incertidumbre de 2022, 1998 y la tendencia de 1998-2022 del país.

1.6. Evaluación general de la exhaustividad

Según las Directrices del IPCC de 2006, un inventario es exhaustivo cuando se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y en caso de que falte alguno de los elementos se debe documentar claramente su ausencia junto con la respectiva justificación de la exclusión.

El inventario de República Dominicana incluye todo el territorio nacional e incluye emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, HFC y absorciones de CO₂ para la serie 1998-2022. Las emisiones de SF₆ no fueron estimadas por falta de información, mientras que las emisiones de PFC y NF₃ no ocurren en el país. Para el caso de los PFC, pueden haber ocurrido emisiones previo a 2010, según juicio experto (consulta realizada por coordinación del BTR) por importaciones en equipamientos. Pese a no tener evidencia documental de dichas importaciones, de forma conservadora se reportan las emisiones de PFC previo al 2010 como No Estimadas.

Las fuentes o sumideros de GEI del inventario que no fueron estimadas para el 2022, por la falta de información y datos de actividad, se encuentran en la **Tabla 1.10**. Es importante mencionar que en el presente inventario no se han excluido fuentes o sumideros de GEI debido a que sean consideradas insignificantes.

Tabla 1. 15

Fuentes y sumideros de GEI del inventario de República Dominicana reportados como no estimados

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero	Explicación o comentario
CO ₂	Energía	1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.c. Ferrocarriles	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.e. Otro tipo de transporte	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura/ Pesca	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.5. Otros	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.c. Venteo y quemado	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.d Otros	No se dispone de datos de actividad
	IPPU	2.C.5. Producción de Plomo	No se dispone de información
	UTCUTS	4.A Tierras Forestales que Permanece - Pérdidas Leña-Combustible	No se dispone de información
	UTCUTS	4.D Humedales que permanecen	No se dispone de información
	UTCUTS	4.F Asentamientos que permanecen	No se dispone de información
	Residuos	5.C.1. Incineración de residuos	No se dispone de información
CH ₄	Energía	1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.c. Ferrocarriles	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.e. Otro tipo de transporte	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura/ Pesca	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.5. Otros	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.b. Gas natural	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.c. Venteo y quemado	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.d Otros	No se dispone de datos de actividad
	Agricultura	3.E. Quema prescrita de sabanas	No se dispone de información
	Agricultura	3.F. Quema de residuos agrícola en el campo	No se dispone de información

<i>GEI</i>	<i>Sector</i>	<i>Categorías de fuente y sumidero</i>	<i>Explicación o comentario</i>
	UTCUTS	4.B Tierras de Cultivo – Emisiones de No CO2 por quema de Cultivos	No se dispone de información
	UTCUTS	4.B Tierras de Cultivo – Emisiones de No CO2 por quema de Pastizales	No se dispone de información
	Residuos	5.B.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	No se dispone de información
	Residuos	5.C.1. Incineración de residuos	No se dispone de información
N ₂ O	Energía	1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura/ Pesca	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.c. Ferrocarriles	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.3.e. Otro tipo de transporte	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.A.5. Otros	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.c. Venteo y quemado	No se dispone de datos de actividad
	Energía	1.B.2.d Otros	No se dispone de datos de actividad
	Agricultura	3.D.1.e. Mineralización de la materia orgánica del suelo	No se dispone de información
	Agricultura	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	No se dispone de información
	Agricultura	3.E. Quema prescrita de sabanas	No se dispone de información
	Agricultura	3.F. Quema de residuos agrícola en el campo	No se dispone de información
	UTCUTS	4.B Tierras de Cultivo – Emisiones de No CO2 por quema de Cultivos	No se dispone de información
	UTCUTS	4.B Tierras de Cultivo – Emisiones de No CO2 por quema de Pastizales	No se dispone de información
	Residuos	5.B.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	No se dispone de datos de actividad
	Residuos	5.C.1. Incineración de residuos	No se dispone de información
	Residuos	5D Tratamiento y Descarga de aguas residuales	No se dispone de información para plantas de tratamiento
SF ₆	IPPU	2.G.1. Equipos eléctricos	No se dispone de datos de actividad

Fuente: elaboración propia del Dpto. de Métrica y Transparencia de Cambio Climático, MMARN

Con respecto a las categorías incluidas en otro lugar, la **Tabla 1.11** presenta las asignaciones que ha hecho el país y la explicación correspondiente.

Tabla 1. 16

Fuentes y sumideros de GEI del inventario de República Dominicana reportados como incluidos en otro lugar

<i>GEI</i>	<i>Asignación según las Directrices del IPCC de 2006</i>	<i>Asignación según el país</i>	<i>Explicación o comentario</i>
HFC	2.F.2. Agentes espumantes	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Falta de desagregación de HFC por aplicación
	2.F.3. Protección contra incendios	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Falta de desagregación de HFC por aplicación
	2.F.4. Aerosoles	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Falta de desagregación de HFC por aplicación
	2.F.5. Solventes	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Falta de desagregación de HFC por aplicación
	2.F.6. Otras aplicaciones	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Falta de desagregación de HFC por aplicación

Fuente: elaboración propia

1.6.1. Descripción de categorías insignificantes

No se reportan categoría como NE por insignificancia

1.7. Sistema de medición

Para el reporte conjunto de las emisiones y absorciones de los diferentes GEI se aplicaron los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5), de manera tal que las estimaciones pudieran ser expresadas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). La **Tabla 1.12** muestra los valores de PCA utilizados.

Tabla 1. 17

Potenciales de calentamiento atmosférico aplicados en el inventario 1998-2022

<i>Nombre</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>GWP_{100 AR5}</i>
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Óxido nitroso	N ₂ O	265
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1300
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3170
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4800
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23500

Fuente: elaboración propia

1.8. Flexibilidad aplicada

En la siguiente tabla se resume la flexibilidad aplicada⁵ para el INGEI 1998-2022, en el marco del Primer BTR de República Dominicana.

Tabla 1. 9
Flexibilidad aplicada

Provisión para la cual se aplica flexibilidad	Sectores para los cuales se aplica la flexibilidad	Gases para los cuales se aplica la flexibilidad	Años para los cuales se aplica la flexibilidad	Comentarios y Plan de trabajo
25. Cada Parte deberá identificar las categorías principales para el primer y el último año sobre el que vaya a informar, según lo dispuesto en el capítulo II.E.3 infra, con inclusión y exclusión de las categorías de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTS), utilizando el método 1, para la evaluación tanto de nivel como de tendencia, efectuando para ello un análisis de las categorías principales que se ajuste a las directrices del IPCC a que se hace referencia en el párrafo 20 supra. Aquellas Partes que son países en desarrollo que, a la luz de sus capacidades, necesiten flexibilidad con respecto de esta disposición podrán identificar sus categorías principales utilizando un umbral que no sea inferior al 85 %, en vez del umbral del 95 % previsto en las directrices del IPCC a que se hace referencia en el párrafo 20 supra, lo que les permitirá centrarse en mejorar un menor número de categorías y en priorizar sus recursos.	Todos	Todos	Todos	República Dominicana estima sus categorías principales con el Método 1 por Nivel y Tendencia con y sin UTCUTS. Si bien se identifican las categorías que totalizan el 95 % de las emisiones, el país se adhiere a la flexibilidad para enfocar los recursos inicialmente en las categorías que totalizan el 85 %.
48. Cada Parte deberá proporcionar información sobre siete gases: CO ₂ , metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), fluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF ₆) y trifluoruro de	IPPU	SF ₆	Todos	Debido a falta de datos de actividad no fue posible realizar la estimación de este GEI para este NID. Se incluye en el plan de mejora y se prevé que podrá ser incluido en la próxima edición

⁵ Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París

nitrógeno (NF₃). No obstante, aquellas Partes que son países en desarrollo que, a la luz de sus capacidades, necesiten flexibilidad respecto de esta disposición podrán proporcionar información sobre al menos tres gases (CO₂, CH₄, y N₂O), así como sobre cualquiera de los otros cuatro gases (HFC, PFC, SF₆ y NF₃) que figuren en su CDN en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, están cubiertos por una actividad realizada en el marco del artículo 6 del Acuerdo de París o hayan sido incluidos en un informe anterior.				
57. Cada Parte deberá proporcionar una serie temporal anual coherente a partir de 1990. No obstante, aquellas Partes que son países en desarrollo que, a la luz de sus capacidades, necesiten flexibilidad respecto de esta disposición podrán proporcionar datos que abarquen, como mínimo, el período/año de referencia para su CDN en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, así como una serie temporal anual coherente al menos a partir de 2020.	Todos	Todos	Para el NID: desde 1990 a 1997 Para las tablas CRT: Desde 1990 hasta 2009 y desde 2011 a 2019	República Dominicana presenta en su Documento de Inventario Nacional, una serie temporal 1998-2022, anualizada República Dominicana presenta las tablas CRT completas para los años de referencia de la NDC 2010, 2020, 2021 y 2022. Se evaluarán las posibilidades de expandir las CRT a la totalidad de la serie desde 1998 en los próximos BTR. Debido a falta de datos de actividad no ha sido posible realizar una serie anualizada desde 1990. No se han encontrado consensos para utilizar técnicas de empalme que representen las circunstancias nacionales para esos años.
58. Para cada Parte, el último año sobre el que se informe deberá ser anterior en no más de dos años a la fecha de presentación de su informe del inventario nacional. Para aquellas Partes que son países en desarrollo que, a la luz de sus capacidades, necesiten flexibilidad con respecto de esta disposición, el último año	Todos	Todos	Todos	República Dominicana no presentó en 2024 su INGEI correspondiente al período 1988–2022, por lo que no cumplió con el requisito de mantener una diferencia máxima de dos años entre el último año informado y la fecha de presentación del inventario nacional. En consecuencia, se acoge a la flexibilidad prevista para países en desarrollo.

sobre el que informen podrá				Se realizarán los esfuerzos necesarios para dar cumplimiento con este requisito para el BTR3

Capítulo 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero

2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2022

En 2022, las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero incluidas en el inventario de República Dominicana, por tipo de GEI, fueron 28,589.0 kt CO₂; 414,6 kt CH₄; 7,4 kt N₂O; y 2.360,1 kt CO₂ eq de HFC (**Tabla 2.1**). Las emisiones SF₆ no fueron estimadas por falta de datos de actividad, mientras que las emisiones de PFC y NF₃ no ocurren en el país. Es relevante hacer notar que República Dominicana es una fuente neta de GEI, lo que significa que en el país se emiten más GEI de los que son absorbidos desde la atmósfera.

Tabla 2. 1

Resumen del inventario nacional de gases de efecto invernadero por sectores, categoría y GEI para 2022

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	28.589,01	414,60	7,43	2.360,14	NO, NA	NO, NA	NO, NA	48,12	168,06	72,31	88,58
1.	Energía	27.622,84	32,36	0,64					47,68	160,27	24,12	88,56
1.A.	Actividades de quema de combustible	27.614,52	9,73	0,63					47,62	133,44	16,13	88,56
1.A.1.	Industrias de la energía	15.577,51	0,73	0,21					28,68	4,97	NO	83,20
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	3.107,79	0,43	0,06					16,53	11,47	4,19	5,09
1.A.3.	Transporte	7.264,67	3,21	0,29					0,14	42,08	0,68	0,04
1.A.4.	Otros sectores	1.529,64	5,36	0,07					2,23	74,91	11,25	0,24
1.A.5.	Otros (especificar)	134,91	NO, NA	NO, NA					0,04	0,02	0,01	3,98E-04
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	8,32	22,63	0,01					0,06	26,83	7,99	NE
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	4,90	0,01					0,01	26,77	NO	NE
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	8,32	17,73	0,00					0,05	0,06	8,11	NE
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO										
2.	Procesos industriales y uso de productos	2.688,90	NO, NA	6,67E-5	2.360,14	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	48	7,4E-3
2.A.	Industria de los minerales	2.328,46							NA-	NA	NA	NE
2.B.	Industria química	0,61	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA
2.C.	Industria de los metales	325,33	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	7,4E-3
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	34,49	NO, NA	NO, NA					NO, NA	NO, NA	33,4	NO, NA
2.E.	Industria electrónica				NO	NO	NO	NO-				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO				2.360,14	NO	NO	NO-				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO, NA	NO, NA	6,67E-5	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA
2.H.	Otros (especificar)	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	14,6	NO, NA
3.	Agricultura	54,50	201,30	6,40					NO, NE	NO, NE	NO, NE	
3.A.	Fermentación entérica		174,80									
3.B.	Gestión del estiércol		5,80	1,10							NE	
3.C.	Cultivo del arroz		20,70								NE	
3.D.	Suelos agrícolas			5,30							NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE	NE					NE	NE	NE	
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE	NE					NE	NE	NE	
3.G.	Encalado	0,10										
3.H.	Aplicación de urea	54,40										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-1785,66	0,71	0,03					NE	NE	NE	
4.A.	Tierras forestales	-10247,78	0,71	0,03					NE	NE	NE	
4.B.	Tierras de cultivo	2820,88	IE	IE					NE	NE	NE	
4.C.	Pastizales	4967,91	IE	IE					NE	NE	NE	
4.D.	Humedales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.	Asentamientos	684,64	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.	Otras tierras	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.G.	Productos de madera recolectada	-11,31										
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO-					NO	NO	NO	
5.	Residuos	8,43	180,23	0,36					0,44	7,79	0,19	0,02
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	159,40						NA	NA	0,01	
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE	NE					NA	NE	NA	
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	8,43	0,91	0,02					0,44	7,79	0,17	0,02
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		19,93	0,33					NA	NA	0,01	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
	Elementos informativos											
	Tanque internacional	1.556,56	0,01	0,04					2,08	623,96	9,88	0,52
	Aviación internacional	1.556,56	0,01	0,04					2,08	623,96	9,88	0,52
	Navegación internacional	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
	Operaciones multilaterales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	4.929,15										
	CO ₂ capturado	NO										

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO										
	N ₂ O indirecto			NE								
	CO ₂ indirecto	NE										

Nota 1: NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre; IE = incluido en otro lugar; C = confidencial.

Nota 2: los GEI reportados como 0.0 corresponden a valores menores a 0.01 kt CO₂ eq.

Fuente: elaboración propia

2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector

En 2022, el balance nacional entre emisiones y absorciones de GEI fue de 44.513,2 kt CO₂ eq — incluyendo al sector UTCUTS—, aumentando el balance tendiente a las emisiones netas en un 191,0% desde 1998 e incrementándose en un 49,4% desde 2015 (**Tabla 2.2**), último año incluido en el inventario presentado como parte del Primer Informe Bienal de Actualización de República Dominicana. Es de notar que República Dominicana es un emisor neto de GEI durante toda la serie temporal, emitiendo mayor cantidad de GEI que el CO₂ absorbido por los bosques del país (los que son contabilizados como parte de la categoría tierras forestales).

Con respecto a la participación de cada sector en el balance nacional, en términos absolutos, el sector Energía fue el de mayor relevancia, con un 59,8%, seguido del sector Agricultura con un 15,4%, UTCUTS, un 10,7% del sector Residuos, un 10,5% del sector IPPU y un 3,7% del sector⁶ (**Figura 2.1**).

Tabla 2. 2

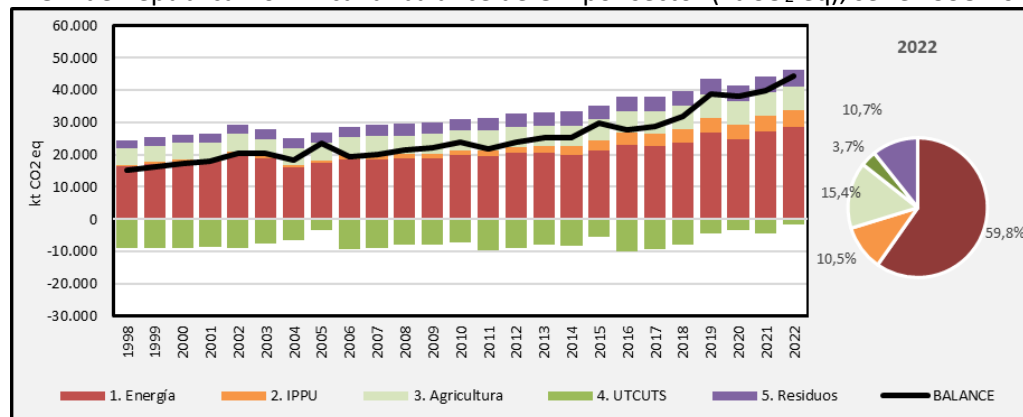
INGEI de República Dominicana: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq)

<i>Categorías</i>	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1. Energía	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	24.819,1	27.190,7	28.699,5
2. IPPU	590,2	682,5	820,7	1.463,3	3.015,7	4.425,2	4.835,1	5.049,1
3. Agricultura	4.924,7	5.073,1	5.489,4	6.170,9	6.598,9	7.295,2	7.306,7	7.374,6
4. UTCUTS	-9.008,7	-9.059,3	-3.344,3	-7.323,7	-5.456,3	-3.258,4	-4.440,0	-1.759,1
5. Residuos	2.466,8	2.631,8	3.108,6	3.691,9	4.313,8	4.966,1	5.012,4	5.149,0
BALANCE	15.298,8	17.134,5	23.483,0	23.719,0	29.803,1	38.247,1	39.905,0	44.513,2

Fuente: elaboración propia

Figura 2. 1

INGEI de República Dominicana: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

En cuanto a las emisiones totales de GEI de 2022 —excluyendo al sector UTCUTS—, se registraron un total de 46.272,2 kt CO₂ eq, incrementándose en un 90,4% desde 1998 y en un 31,2% desde 2015 (**Tabla 2.3**). El sector Energía fue el sector de mayor impacto en las emisiones totales aportando 28.699,5 kt CO₂ eq (62,0%), seguido del sector Agricultura con 7.374,6 kt CO₂ eq (15,9%), el sector Residuos aportando con 5.149,0 kt CO₂ eq (11,1 %) y, finalmente, sector IPPU con 5.049,1 kt CO₂ eq

⁶ Considerando todas las cifras se obtiene el 100 % de contribución, se presentan los valores con redondeo exacto.

(10,9%) (**Figura 2.2**). En el contexto de las emisiones totales, resalta el aumento de la importancia del sector IPPU a través de la serie temporal, esto debido a la introducción del consumo de HFC y aumento de la actividad industrial de país.

Tabla 2. 3

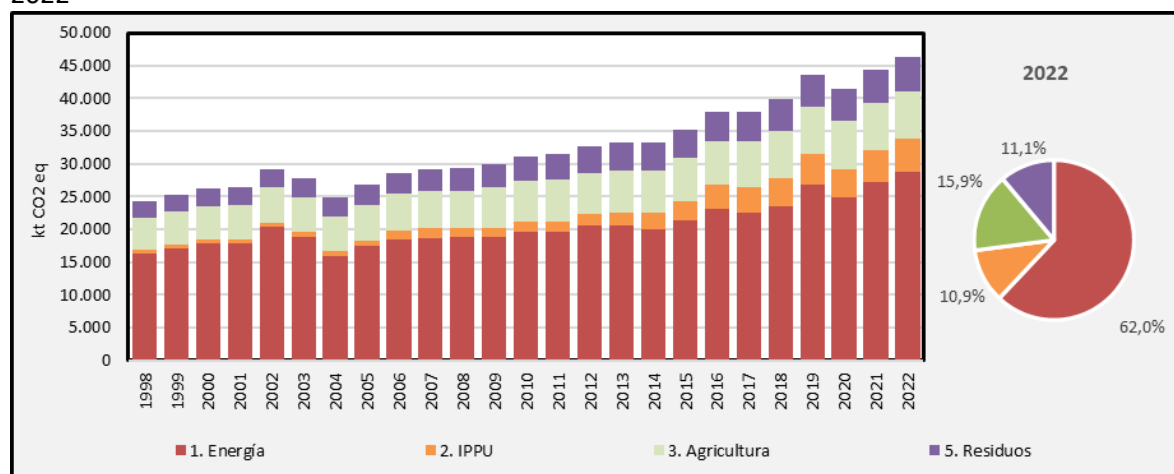
INGEI de República Dominicana: total de GEI por sector (kt CO₂ eq)

<i>Categorías</i>	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1. Energía	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	24.819,1	27.190,7	28.699,5
2. IPPU	590,2	682,5	820,7	1.463,3	3.015,7	4.425,2	4.835,1	5.049,1
3. Agricultura	4.924,7	5.073,1	5.489,4	6.170,9	6.598,9	7.295,2	7.306,7	7.374,6
5. Residuos	2.466,8	2.631,8	3.108,6	3.691,9	4.313,8	4.966,1	5.012,4	5.149,0
BALANCE	24.307,5	26.193,8	26.827,3	31.042,7	35.259,4	41.505,5	44.345,0	46.272,2

Fuente: elaboración propia

Figura 2. 2

INGEI de República Dominicana: total de las emisiones de GEI por sector (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI

Con respecto a la tendencia de las emisiones del país por cada GEI, la **Tabla 2.4** presenta un resumen de la serie temporal 1998-2022, incluyendo y excluyendo el impacto que generan las fuentes y sumideros del sector UTCUTS.

Tabla 2. 4

INGEI de República Dominicana: emisiones y absorciones por cada GEI (kt CO₂ eq)

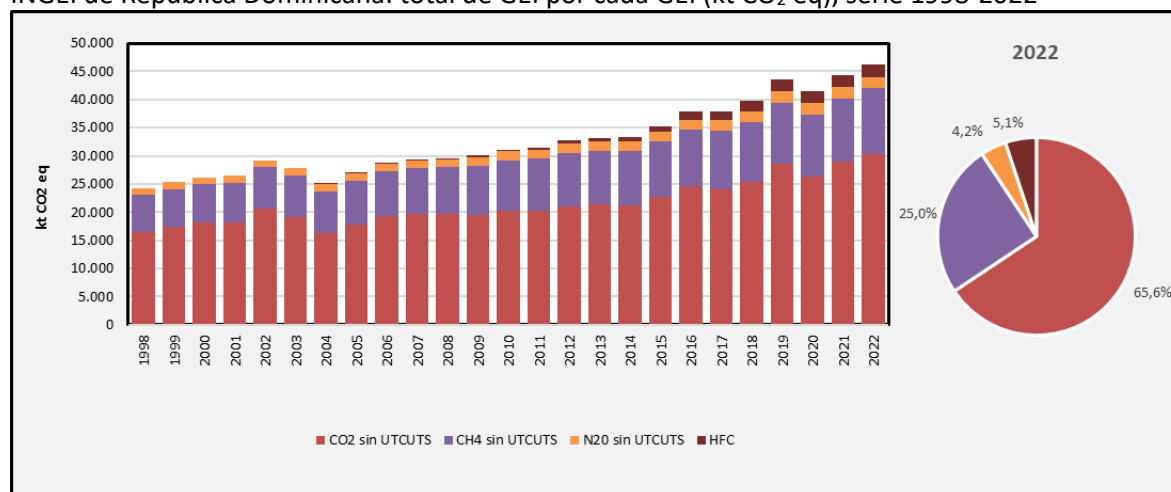
Gases de efecto invernadero	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂ : sin el CO ₂ neto de UTCUTS	16.520,2	18.075,4	17.765,2	20.334,5	22.678,3	26.308,2	28.887,3	30.374,7
CO ₂ : con el CO ₂ neto de UTCUTS	7.481,5	8.986,1	14.144,8	12.975,4	17.116,0	23.023,2	24.420,7	28.589,0
CH ₄ : sin el CH ₄ de UTCUTS	6.609,9	6.910,0	7.783,0	8.871,8	9.866,9	11.086,8	11.326,0	11.588,8
CH ₄ : con el CH ₄ de UTCUTS	6.632,2	6.932,3	7.988,4	8.898,1	9.945,7	11.106,6	11.345,7	11.608,6
N ₂ O: sin el N ₂ O de UTCUTS	1.177,4	1.208,4	1.278,8	1.573,1	1.738,7	1.974,4	1.943,0	1.948,6
N ₂ O: con el N ₂ O de UTCUTS	1.185,1	1.216,1	1.349,6	1.582,2	1.765,9	1.981,2	1.949,8	1.955,4
HFC	NO	NO	0,2	263,3	975,5	2.136,0	2.188,7	2.360,1
PFC	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total (sin UTCUTS)	24.307,5	26.193,8	26.827,3	31.042,7	35.259,4	41.505,5	44.345,0	46.272,2
Balance (con UTCUTS)	15.298,8	17.134,5	23.483,0	23.719,0	29.803,1	38.247,1	39.905,0	44.513,2

Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en la **Figura 2.3**, las emisiones totales de GEI de 2022 —excluyendo al sector UTCUTS— estuvieron representadas por un 65,6% de CO₂ (aumentando en un 83,9% desde 1998 y en un 33,9% desde 2015), seguido por el CH₄ con un 25,0% (aumentando un 75,3% desde 1998 y en un 17,5% desde 2015), el N₂O con un 4,2% (aumentando un 65,5% desde 1998 y en un 12,1% desde 2015) y el HFC con un aporte de 5,1% (aumentando un 141,9% desde 2015). Las emisiones de CO₂ estuvieron dominadas por el consumo de combustible fósil en el sector Energía.

Figura 2. 3

INGEI de República Dominicana: total de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

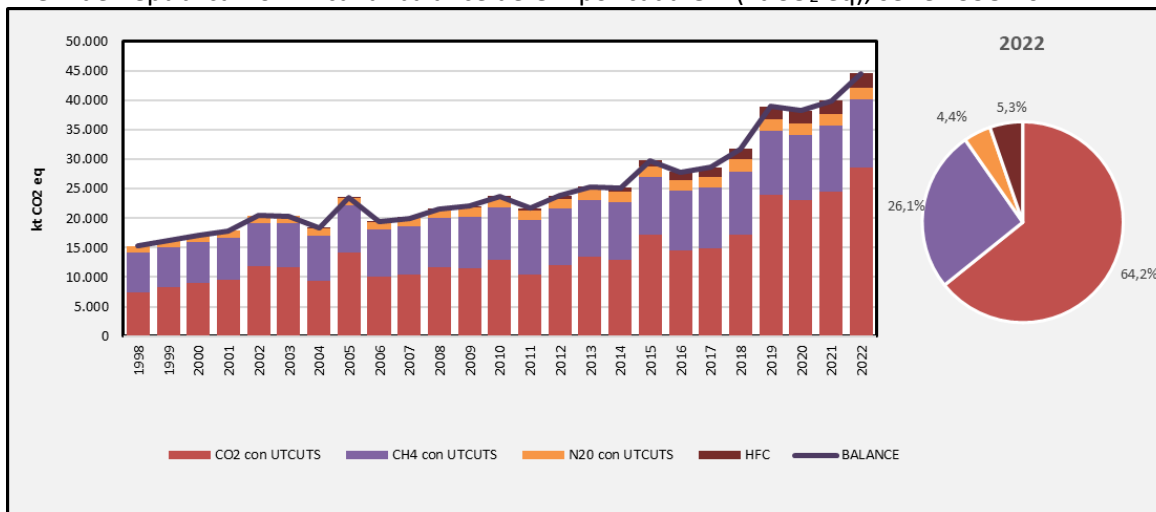


Fuente: elaboración propia

Por otra parte, como se presenta en la **Figura 2.4**, el balance de GEI de 2022 —el cual incluye al sector UTCUTS— estuvo representado principalmente por un 64,2 % de CO₂ (aumentando en un 282,1% desde 1998 y un 67,0 % desde 2015), seguido por el CH₄ con un 26,1 % (aumentando un 75,0 % desde 1998 y en un 16,7 % desde 2015), el HFC aporta un 5,3 % y, finalmente, el N₂O con un 4,4 % (aumentando un 65,0 % desde 1998 y un 10,7 % desde 2015).

Figura 2. 4

INGEI de República Dominicana: balance de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

Capítulo 3. Sector Energía (CRT 1)

El capítulo presenta las emisiones de GEI del sector Energía para la serie temporal 1998-2022, así como una descripción general del sector, la tendencia de GEI y sus aspectos metodológicos. Además, se incluye una descripción específica y detallada para cada categoría.

3.1. Panorama general del sector

3.1.1. Descripción del sector

Para la mayoría de las economías, los sistemas de energía se mueven por la combustión de los combustibles fósiles. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten principalmente en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), que liberan la energía química del combustible en forma de calor. En general, se utiliza este calor directamente o (con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica, muchas veces para generar electricidad o para el transporte.

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, el sector Energía comprende:

- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía,
- La conversión de las fuentes primarias de energía en formas más utilizables en refinarias y centrales eléctricas,
- La transmisión y distribución de los combustibles, y
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles.

Las emisiones surgen de estas actividades por combustión y como emisiones fugitivas, o por escape sin combustión.

De las fuentes anteriores la más importante en República Dominicana es el uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles. Exploración y explotación de fuentes primarias no ocurre de manera muy significativa ya que la mayoría del combustible que se utiliza en República Dominicana es importada; gran parte de éste es en forma de fuente primaria por lo que es necesario transformarlo. Por último, en República Dominicana actualmente no se realiza almacenamiento ni transporte de dióxido de carbono.

3.1.2. Tendencia de los GEI del sector

A nivel general, en 2022 las emisiones de GEI del sector Energía fueron 27.622,8 kt de CO_2 , 32,4 kt de CH_4 y 0,6 kt de N_2O . Con respecto a las emisiones de gases precursores, las emisiones fueron de 47,7 kt de NO_x , 160,3 kt de CO, 24,1 kt de COVDM y 88,6 kt de SO_2 .

No se cuenta con contenido de Azufre de los combustibles nacionales por cuál se evaluará en el próximo inventario el uso de factores por defecto o nacionales si se disponen para realizar la estimación correspondiente.

Tabla 3. 1

Sector Energía: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
1.	Energía	27.622,84	32,36	0,64					47,68	160,27	24,12	88,56
1.A.	Actividades de quema de combustible	27.614,52	9,73	0,63					47,62	133,44	16,13	88,56
1.A.1.	Industrias de la energía	15.577,51	0,73	0,21					28,68	4,97	NO	83,20
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	15.419,65	0,53	0,19					28,48	4,36	NO	82,84
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	157,86	0,003931	0,000607					0,20	0,03	NO	0,29
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO	0,19	0,03					NO	0,58	NO	0,07
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	3.107,79	0,43	0,06					16,53	11,47	4,19	5,09
1.A.2.a.	Hierro y acero	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.2.c.	Sustancias químicas	21,94	0,001	0,0001					0,07	0,01	0,01	0,005
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	12,54	0,001	0,0001					0,08	0,01	0,004	0,01
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	457,20	0,27	0,04					3,22	5,28	2,74	0,32
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	1237,71	0,07	0,01					4,95	4,33	0,59	4,02
1.A.2.g.	Otros (Minería –con excepción de combustibles – y cantería, textiles y cueros, Industrias no especificadas)	1378,39	0,09	0,01					8,21	1,84	0,85	0,73
1.A.3.	Transporte	7.264,67	3,21	0,29					0,14	42,08	0,68	0,04
1.A.3.a.	Aviación civil	104,92	0,001	0,003					0,14	42,08	0,67	0,04
1.A.3.b.	Transporte terrestre	7.159,75	3,21	0,29					1.83E-05	1.30E-04	0,01	NO
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.4.	Otros sectores	1529,64	5,36	0,07					2,23	74,91	11,25	0,24
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	142,85	0,03	0,0005					0,18	0,12	0,08	0,01
1.A.4.b.	Residencial	1.386,78	5,33	0,07					2,05	74,79	11,17	0,23
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	134,91	0,005	0,001					0,04	0,02	0,01	0,0004
1.A.5.a.	Estacionaria	134,91	0,005	0,001					0,04	0,02	0,01	0,0004
1.A.5.b.	Móvil	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	8,32	22,63	0,01					0,06	26,83	7,99	NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	4,90	0,01					0,01	26,77	NO	NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (1.B.1.c.i Producción de carbón vegetal y biocarbón)	NO	4,90	0,01					0,01	26,77	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	8,32	17,73	0,0001					0,05	0,06	7,99	NO
1.B.2.a.	Petróleo	7,32	0,04	0,0001					0,05	0,06	7,38	NO
1.B.2.b.	Gas natural	1,01	17,68	-							0,60	NO
1.B.2.c.	Ventoeo y quemado	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.B.2.d.	Otros (especificar)	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO										
1.C.1.	Transporte de CO ₂	NO										
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	NO										
1.C.3.	Otros	NO										

NE: No estimado NO: No ocurre

Fuente: elaboración propia

Para el 2022 las emisiones de GEI del sector Energía de República Dominicana contabilizaron 28.699,5 kt CO₂ eq. Las emisiones se han incrementado en un 75,8 % desde 1998, y un 34.5 % desde 2015 (**Tabla 3.2** y **Figura 3.1**). En general, la principal causa de las emisiones es el incremento en el consumo de electricidad del país y el consumo de combustibles fósiles (fuelóleo residual, gas natural y carbón mineral, mayoritariamente) necesarios para su generación; y el uso de combustibles (gasolina y diésel) en el transporte terrestre. Las variaciones interanuales (2002, 2004 y 2019) se deben principalmente al cambio en la participación de los combustibles consumidos para generación eléctrica, en particular el fuelóleo residual.

A nivel de subcategoría, en 2022 la *Industrias de la energía* para el 2022 es la más destacada, representando un 53,3 % de las emisiones totales del sector Energía, seguida de *Transporte* (25,3 %), *Industrias manufactureras y de la construcción* (10,7 %), *Otros sectores* (5,8 %), *Otros no especificados* (0.5%), *Combustibles sólidos* (0.5%) y *Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía* que representa menos de un 1,7 % de las emisiones del sector.

Tabla 3. 2

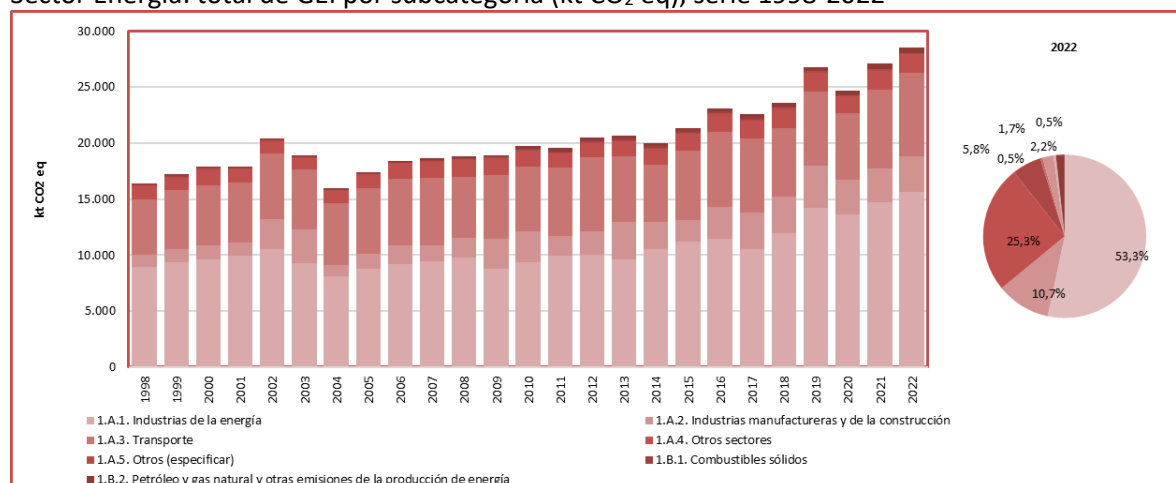
Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

<i>Categorías</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
1.A.1. Industrias de la energía	8.975,4	9.572,6	8.795,6	9.329,8	11.230,3	13.616,7	14.730,6	15.654,34
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.065,6	1.278,0	1.350,3	2.777,7	1.874,2	3.080,1	3.007,5	3.136,5
1.A.3. Transporte	4.937,3	5.391,3	5.827,9	5.792,2	6.189,2	5.958,7	7.004,6	7.431,3
1.A.4. Otros sectores	1.148,1	1.349,4	1.181,3	1.389,2	1.507,2	1.530,2	1.691,8	1.697,5
1.A.5. Otros (especificar)	80,9	99,6	86,5	99,5	109,7	104,3	128,1	135,3
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	118,5	115,7	167,0	328,1	420,4	529,0	628,0	644,7
1.B.1. Combustibles sólidos	101,7	98,1	96,1	105,9	120,8	122,4	123,3	139,9
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	16,8	17,6	70,8	222,2	299,6	406,6	504,7	504,8
TOTAL	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	24.819,1	27.190,7	28.699,5

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 1

Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

A nivel de GEI al 2022, las emisiones de CO₂ son las más relevantes alcanzando un 96,2 % del total de GEI, seguido del CH₄ con un 3,2 % y el N₂O con un 0,6 % (Tabla 3.3 y Figura 3.2). La distribución de las emisiones se debe a la quema de combustibles fósiles por sobre la quema de biomasa y a la ausencia de otras fuentes fugitivas emisoras de metano y óxido nítrico relevantes.

Tabla 3. 3

Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

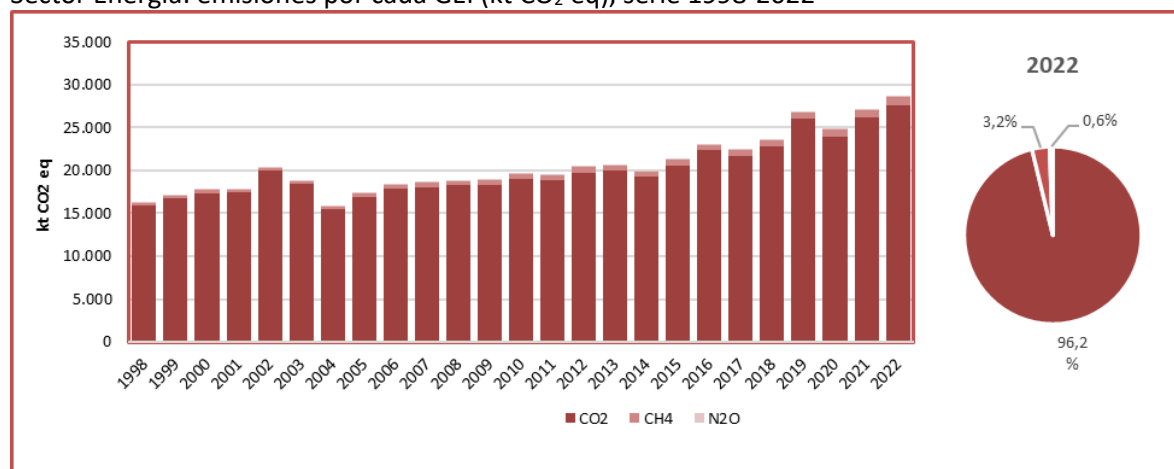
GEI	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	15.907,1	17.368,9	16.917,0	19.055,6	20.562,7	23.921,8	26.168,7	27.622,8
CH ₄	306,6	317,0	365,8	535,2	638,0	754,5	866,1	906,2
N ₂ O	112,1	120,6	125,6	125,7	130,3	142,8	155,9	170,5
Total	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	24.819,1	27.190,7	28.699,5

Fuente: elaboración propia

Con relación a los gases precursores, se han estimado las emisiones correspondientes a Óxidos de nitrógeno (NO_x), Monóxido de carbono (CO) y Compuestos orgánicos Volátiles diferentes del metano (COVDM). Con respecto al año 2022, las emisiones de CO representan fueron de 160,3 kt, NO_x 47,7 kt, COVDM 24,1 kt. Además, se estimaron 88,6 kt de SO_x. (Tabla 3.4).

Figura 3. 2

Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

Tabla 3. 4

Sector Energía: emisiones por cada gas precursor (kt gas)

GEI	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
NOX	21,3	23,7	24,7	34,4	30,3	44,5	45,4	47,7
CO	150,8	171,9	99,7	103,8	109,8	122,8	136,2	160,3
COVDM	53,0	25,0	22,4	22,6	22,6	21,2	23,1	24,1
SOx	35,1	37,8	48,3	49,0	59,6	79,7	80,7	88,6

Fuente: elaboración propia

3.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de los GEI y precursores del sector Energía se aplicaron los métodos de Nivel 1 del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006 y sus Refinadas del 2019*, así como la *Guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2023*. Esta estimación se basa en los consumos y producción de combustibles del país y otras fuentes internacionales y de valores por defecto para los factores de emisión y otros datos paramétricos pertinentes. Más información podrá encontrarse en cada sección de las categorías específicas.

Tabla 3. 5

Sector Energía: métodos aplicados por actividad y GEI

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		NOx	CO	COVDM
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Factor de emisión	Factor de emisión	Factor de emisión
1. Energía	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	D, NE, NO, NA	D, NE, NO	D, NE, NO
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	T1, NE, NO	D, NO	T1, NE, NO	D, NO	T1, NE, NO	D, NO	D, NO, NA	D, NO, NA	D, NO, NA
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	D, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA
1.C. Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

T1= Nivel 1; T2= Nivel 2; T3= Nivel 3; D= Por defecto; NA= No aplica; NE= No estimada; NO= No ocurre

Las principales fuentes de datos de actividad fueron:

-
- Balance Nacional de Energía Neta (BNEN), estadística que reporta la oferta y demanda de combustible a nivel nacional.
 - Datos de actividad elaborados por el Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT).
 - Datos del consumo de combustibles con fines energéticos entregados por Refinería Dominicana De Petróleo PDV, S.A (REFIDOMSA).

Las estimaciones de GEI se realizaron aplicando el *Software del IPCC* para la elaboración de inventarios de GEI v2.98, con apoyo herramientas propias del país basadas en MS Excel.

3.2. Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)

3.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría *Actividades de quema de combustible* (1.A.) abarca todas las emisiones de GEI provenientes de los equipos que han sido creados para calentar o generar calor, los cuales, a su vez, provocan dentro de estos, oxidación intencional, en aplicaciones estacionarias y móviles. En lo relativo a las subcategorías provenientes de fuentes estacionarias se evaluaron:

- Industrias de la energía
- Industrias de manufactureras y de la construcción
- Transporte
- Otros sectores

De acuerdo con el BNEN, la quema de combustible en la República Dominicana se divide en:

- Sistema energético (SENI, centros de transformación, sistemas aislados y autoprodutores)
- Transporte (terrestre, aéreo y metro)
- Industria
- Comercial, servicio y público
- Residencial (urbano y rural)

Para el 2022 las *Actividades de quema de combustible* (1.A) es la principal categoría del sector Energía, alcanzando 28.054,9 kt CO₂ eq (97.75% de las emisiones del sector Energía). Las emisiones se han incrementado en un 75,8 % desde 1998, y un 34,5 % desde 2015 (**Tabla 3.6** y **Figura 3.3**). En general, la principal causa de las emisiones es el incremento en el consumo de electricidad del país y el consumo de combustibles fósiles (fuelóleo residual, gas natural y carbón mineral mayoritariamente) necesarios para su generación; y el uso de combustibles (gasolina y diésel) en el transporte terrestre. Las variaciones interanuales (2002, 2004 y 2019) se deben principalmente al cambio en la participación de los combustibles consumidos para generación eléctrica, en particular el fuelóleo residual.

A nivel de subcategoría, *Industrias de la energía* es la más importante representando un 55,8 % de las emisiones de la categoría, seguida de *Transporte* (26,5 %), *Industrias manufactureras y de la construcción* (11,2 %), *Otros sectores* con un 6,1 % y, por último, *Otros no especificados* 0,5%.

Tabla 3. 6

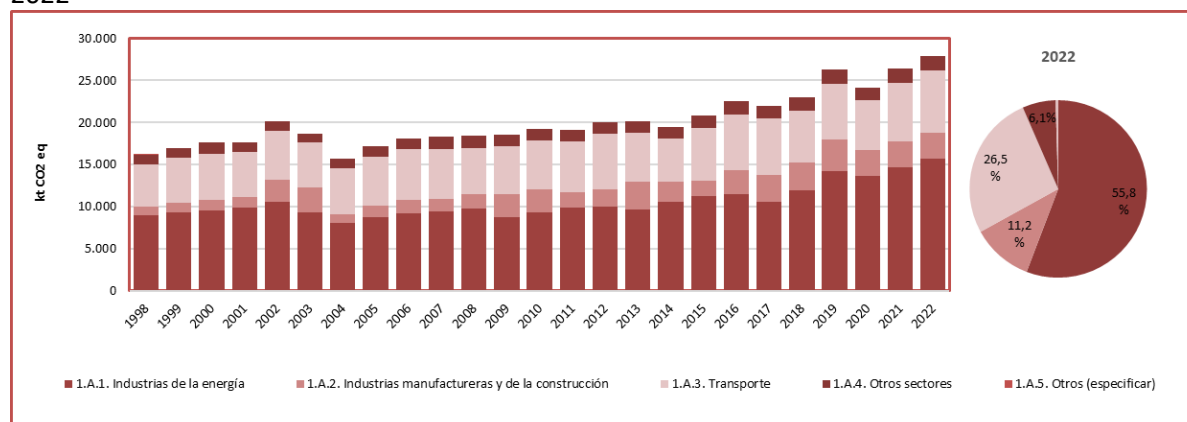
Actividades de quema de combustible (1.A.) total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Categorías	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.1. Industrias de la energía	8.975,4	9.572,6	8.795,6	9.329,8	11.230,3	11.447,4	10.567,8	11.945,3	14.240,2	13.616,7	14.730,6	15.654,3
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.065,6	1.278,0	1.350,3	2.777,7	1.874,2	2.842,0	3.250,2	3.246,2	3.727,4	3.080,1	3.007,5	3.136,5
1.A.3. Transporte	4.937,3	5.391,3	5.827,9	5.792,2	6.189,2	6.697,2	6.618,7	6.153,9	6.596,6	5.958,7	7.004,6	7.431,3
1.A.4. Otros sectores	1.148,1	1.349,4	1.181,3	1.389,2	1.507,2	1.567,8	1.548,6	1.670,1	1.728,3	1.530,2	1.691,8	1.697,5
1.A.5. Otros (especificar)	80,9	99,6	86,5	99,5	109,7	113,2	113,8	114,3	116,4	104,3	128,1	135,3
TOTAL	16.207,3	17.690,8	17.241,5	19.388,4	20.910,6	22.667,5	22.099,1	23.129,8	26.408,8	24.290,1	26.562,6	28.054,9

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 3

Actividades de quema de combustible (1.A.) total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

La estimación de las emisiones de GEI de la categoría *Actividades de quema de combustible* (1.A.) se realizó mediante el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* y sus Refinadas del 2019 para todas las subcategorías que la componen, así como la metodología descrita en la Guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2023 (Guía EMEP/EEA 2023). El método de Nivel 1 se basa en el consumo de combustible de cada fuente y factores de emisión promedio o por defecto. Lo anterior se representa en la siguiente ecuación:

Ecuación 3.1.

Emisiones de GEI procedentes de la quema de combustibles.

$$Emisiones_{GEI,comb} = Consumo_{combustible_{comb}} * Factor_{de\ emisión_{GEI,comb}}$$

Fuente: elaboración propia con base en la Ecuación 2.1. del vol. 2 de las Directrices del IPCC de 2006

Donde,

- *Emisiones_{GEI, comb}* corresponde a las emisiones de GEI por tipo de combustible (kg GEI).
- *Consumo combustible_{comb}* corresponde a la cantidad de combustible quemado (TJ).
- *Factor de emisión_{GEI, comb}* corresponde al factor de emisión por defecto de un GEI por tipo de combustible (kg GEI / TJ). Para el caso del CO₂, se incluye el factor de oxidación del carbono, que se asume 1.

3.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

El BNEN es una herramienta de planificación que sintetiza las informaciones del suministro energético, de los procesos de transformación, tales como: la refinación de petróleo, generación de electricidad y la demanda de los sectores de consumo final (hogares, industrias, comercios y transporte), incluyendo las pérdidas ocurridas en todos estos flujos, relativo a un año y un país en específico, que permite caracterizar y analizar las tendencias y cambios producidos en las matrices energéticas. El BNEN publica tres balances: Consumo final, Consumo Neto (donde se desglosan los

resultados de los principales consumidores), y Consumo útil (que considera pérdidas y rendimientos).

El BNEN divide los consumos de cada energético en dos (2) sectores: oferta y demanda. Estos se dividen en subsectores y actividades propias de cada sector. Dentro los principales sectores y subsectores están:

Tabla 3. 7

Homologación de los combustibles entre la denominación del BNE y el IPCC.

<i>BNEN</i>	<i>IPCC</i>
Centros de transformación	1.A.1 Industrias de la Energía
Industria	1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción
Transporte	1.A.3 Transporte
Comercial, servicios y públicos	1A4a Comercial / Institucional
Residencial	1Ab Residencial
Agro, pesca y minería	1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería
Construcción y otros	1.A.5.a otros

Fuente: elaboración propia con base en el BNEN y las Directrices del IPCC de 2006

El formato desagregado que se presenta en cada uno de los sectores y subsectores está basado principalmente en los consumos obtenidos por las distintas empresas, tanto generadoras como consumidoras, estos son desagregados por cada tipo de combustible.

Las informaciones concernientes a los Balances de Energía y estadísticas relacionadas están estructuradas basado en las informaciones del Sistema de Información Energético Nacional (SIEN), tomando de referencia la metodología de la Organización Latinoamericana (OLADE) con la asesoría de la Fundación Bariloche de Argentina. Las fuentes principales para sustentar esta información son:

- Banco Central de la República Dominicana (BCRD);
- Central Romana Corporation, Ltd. (COSTASUR);
- Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana (CEI-RD);
- Consorcio Energético Punta Cana Macao (CEPM);
- Corporación Dominicana de Empresas Estatales Eléctricas (CDEEE);
- Dirección General de Aduana (DGA);
- Dirección General de Impuestos Internos (DGII);
- Empresa de Generación de Haina (EGE HAINA);
- Ministerio de Hacienda (MH);
- Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM);
- Oficina de Reordenamiento Terrestre (OPRET);
- Oficina Nacional de Estadística (ONE);
- Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI);
- Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA);
- Superintendencia de Electricidad (SIE);
- AES Dominicana
- Empresa de Generación Eléctrica Punta Catalina (EGEPC)

Entre otras empresas de la industria, centros de transformaciones del Sistema Eléctrico Nacional y Sistemas Aislados. Estos representan la materia prima para la Investigación y planificación Energética, manejo de políticas energéticas del Plan Energético Nacional (PEN), en asuntos relacionados con la Eficiencia Energética, Seguridad Energética e Impactos Ambientales.

Actualmente, la Comisión Nacional de Energía (CNE) publicó el Balance Nacional de Energía Neta y Útil (BNEN / BNEU) relativo al 2022, en diciembre de 2022 en formato preliminar; el mismo está expresado en unidades energéticas. A su vez, publicó la serie histórica desde 1998.

Además de los sectores antes mencionados, el BNEN considera una serie de energéticos que son importados, exportados, producidos o consumidos en el país. La **Tabla 3.8** presenta la denominación de estos combustibles y su homologación de acuerdo con el Cuadro 1,1. del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Bajo esta denominación se escogieron los factores de emisión por defecto para los distintos GEI.

Tabla 3. 8

Homologación de los combustibles entre la denominación del BNE y el IPCC.

<i>BNEN</i>	<i>IPCC</i>
Gas natural	Gas natural
Carbón mineral	Carbón sub-bituminoso
Leña	Madera/ Desechos de madera
Bagazo Caña de Azúcar	Otra biomasa sólida primaria
Otras primarias	Otra biomasa sólida primaria
Gases licuados de petróleo (GLP)	Gases licuados de petróleo
Petróleo crudo	Petróleo crudo
Gasolinas + alcohol / gasolina	Gasolina de motor
Gasolinas + alcohol / gasolina de aviación	Gasolina para la aviación (*)
Querosene	Otro queroseno
Avtur	Queroseno para motor a reacción
Diesel	Gas/Diesel Oil
Fuel oil	Fuelóleo residual
Coque	Coque de petróleo
Carbón vegetal	Carbón vegetal
Gases	Gas de refinería
Biodiésel	Biodiésel
Gas natural	Gas natural licuado (**)

(*) La Gasolina del BNEN asignada a Transporte Aéreo fue homologada a Gasolina para la aviación, a partir del 2018 el BNEN establece la misma como Gasolina de aviación

(**) El Gas natural del BNEN asignado a Transporte Terrestre fue homologado a Gas natural líquido

Fuente: elaboración propia con base en el BNEN y las Directrices del IPCC de 2006

Respecto a las unidades, el BNEN publica sus estadísticas tanto en unidades físicas como energéticas (kTep) con base en el poder calorífico inferior. Para efecto de las estimaciones de GEI con base en la metodología de Nivel 1, fue necesario convertir las unidades energéticas de kTep a TJ. Se consideró una relación 41.868 (TJ/kTep).

En el sector energía, la serie temporal de datos de actividad que sustentan las estimaciones nacionales de emisiones de GEI para la subcategoría de *Industrias Manufactureras y de la Construcción*, presentaban cambios metodológicos para dos periodos de los balances nacionales de energía neta (BNEN) (1998 – 2017 y 2018-2022).

Con el fin de garantizar la coherencia temporal de la serie, fue necesario aplicar técnicas de empalme para algunas actividades dentro de esta subcategoría, en algunos casos promediando

valores del balance correspondiente al periodo 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual, esto en algunos combustibles. En otros casos, se promediaron los últimos años de la serie y se mantuvieron constantes para el resto del periodo ante la ausencia de mejores datos que pudiesen facilitar el uso de otro método para la superación de brechas. En un caso en particular, debido a los cambios en el balance, a partir de las reuniones para revisión y validación de la información y reajustes, con el equipo de la CNE, se optó por dejar el Fuel Oil como cero (0), solo en la actividad de Minería (1.A.2.i)

Esta modificación permitió ajustar en algunas actividades los valores históricos (1998–2017) de manera que mantuvieran la tasa de variación observada en esos años, pero expresados en niveles compatibles con la nueva información oficial de 2018 en adelante (**Tabla 3.9**).

Tabla 3. 9

Sector Energía: Ajustes realizados

Categorías IPCC	Categoría BNEN	Situación	Empalme
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos	Consumo de GLP se quintuplica desde 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1100 TJ a 2,8) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta	Papel e imprenta	Consumo de fuel oil disminuye drásticamente a partir de 2018	Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Ingenios azucareros, resto industria alimenticia, tabaco	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a 200) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.2.f - Minerales no metálicos	Cemento y cerámica	Consumo de fuel oil disminuye a cero a partir de 2018	Mantener consumo promedio de la serie para el resto de la serie dada alta variabilidad
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Agro, pesca y minería	No se reporta consumo de fuel oil a previo a 2018	Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Agro, pesca y minería	No se reporta consumo de coque de petróleo a previo a 2018	Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad
1.A.2.m - Industria no especificada	Resto industria, zona franca	No se reporta consumo leña a previo a 2018	Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad
1.A.2.m - Industria no especificada	Resto industria, zona franca	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a menos de 100) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.4.a - Comercial / Institucional	Comercial, Servicio y Público (Restaurantes, Hoteles y Resto servicio)	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1000 TJ a 75) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.4.b - Residencial	Residencial (Urbano y rural)	Consumo de leña disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.4.b - Residencial	Residencial (Urbano y rural)	Consumo de otras primarias disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018

Fuente: elaboración propia

Estos ajustes fueron revisados y validados por el equipo de la CNE.

Todos los datos de actividad considerados para esta categoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo sectorial.

3.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI y gases precursores de la subcategoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y la Guía EMEP/EEA 2023, para todos los gases.

3.2.3. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia

3.2.3.1. Descripción y tendencia del CO₂ de la comparación entre métodos

La comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ obtenidas con el Método de referencia y el Método sectorial permite comprobar la validez de los cálculos realizados. El Método de referencia usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el Método sectorial usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman el total nacional del sector Energía.

En general, la tendencia de las emisiones de CO₂ (Tabla 3.10 y Figura 3.4) presenta diferencias razonables (menores al 5 % en términos absolutos) en los años 2003, 2009 – 2012 y 2014 - 2018. Anterior y posterior a estos años se presentan las mayores diferencias, superando el 5% en términos absolutos en los años 1998 – 2002, 2004 – 2008 y 2013; así como en los años 2019 – 2022.

En el método de referencia se utilizaron los datos importación y exportación presentados en los balances, mientras que en el sectorial se aplicaron los publicados en los BNEN a los cuales se les aplicaron técnicas de empalme para garantizar la coherencia de la serie temporal, (debido a cambios metodológico en el BNEN e inconsistencias detectadas en la serie temporal del BNEN).

Las diferencias entre el método de referencia y el método sectorial se deben a las técnicas de empalme que se realizaron de los datos de consumo energético del BNEN, fundamentalmente en la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción*. (Ver Tabla 3.9).

Para el próximo inventario estas estadísticas deben ser revisadas con los actores asociados con el BNEN, así como con otros representantes del sector ambiental relevantes en el proceso.

Tabla 3. 10

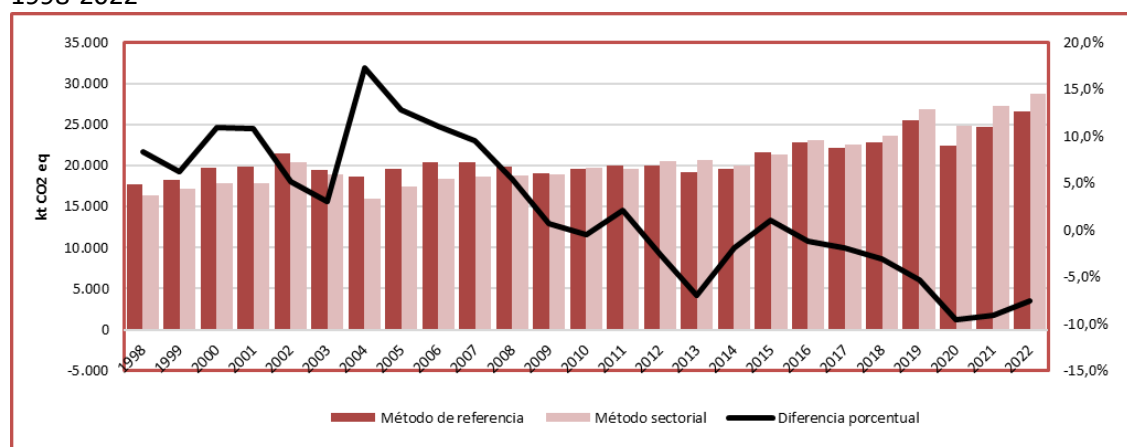
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂)

Método	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Referencia	17.683,9	19.746,3	19.639,8	19.609,5	21.547,4	22.804,3	22.127,5	22.857,2	25.463,0	22.457,3	24.736,3	26.533,8
Sectorial	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	23.079,0	22.553,2	23.572,1	26.899,9	24.819,1	27.190,7	28.699,5
Diferencia	1.358,1	1.939,8	2.231,4	-107,0	216,4	-274,7	-425,7	-714,8	-1.436,9	-2.361,8	-2.454,3	-2.165,8
Diferencia %	8,3%	10,9%	12,8%	-0,5%	1,0%	-1,2%	-1,9%	-3,0%	-5,3%	-9,5%	-9,0%	-7,5%

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 4

Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.3.2. Aspectos metodológicos específicos del método de referencia

La estimación de las emisiones de CO₂ mediante el *Método de referencia* consiste en un método “arriba abajo”, en donde la hipótesis es que se conserva el carbono de modo que, por ejemplo, el carbono del petróleo crudo es igual al contenido total de carbono de todos los productos derivados. La metodología del *Método de referencia* desglosa el cálculo de las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles en cinco pasos:

- Paso 1: Estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales (unidades físicas);
- Paso 2: Convertirlo en una unidad común de energía, en este caso TJ;
- Paso 3: Multiplicarlo por el contenido de carbono para estimar el carbono total;
- Paso 4: Estimar el carbono excluido.
- Paso 5: Corregir el carbono sin oxidar (el factor de oxidación es 1) y convertir en emisiones de CO₂.

3.2.4. Combustibles del transporte internacional

3.2.4.1. Descripción y tendencia de los GEI del transporte internacional

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones del transporte internacional deben estimarse y reportarse de manera separada del total nacional, diferenciándose del transporte nacional. Para efectos de las *Directrices del IPCC de 2006* se entiende como transporte nacional aquel que ocurre entre dos puntos dentro del país, es decir la salida y llegada es en el mismo país. Coherentemente, se entenderá por transporte internacional aquel que ocurre entre dos puntos de distintos países, es decir, la salida de un país y la llegada a otro.

En el caso de República Dominicana, solo se estimaron las emisiones de *Aviación internacional*. En 2022, sus emisiones contabilizaron 1.568,4 kt CO₂ eq, incrementándose en un 69,1 % con respecto

1998 y en un 2,8 % respecto 2015 (**Tabla 3.11** y **Figura 3.5**). Esto sigue con la tendencia internacional y el aumento del transporte aéreo en este periodo, considerando además las características turísticas del país.

Tabla 3. 11

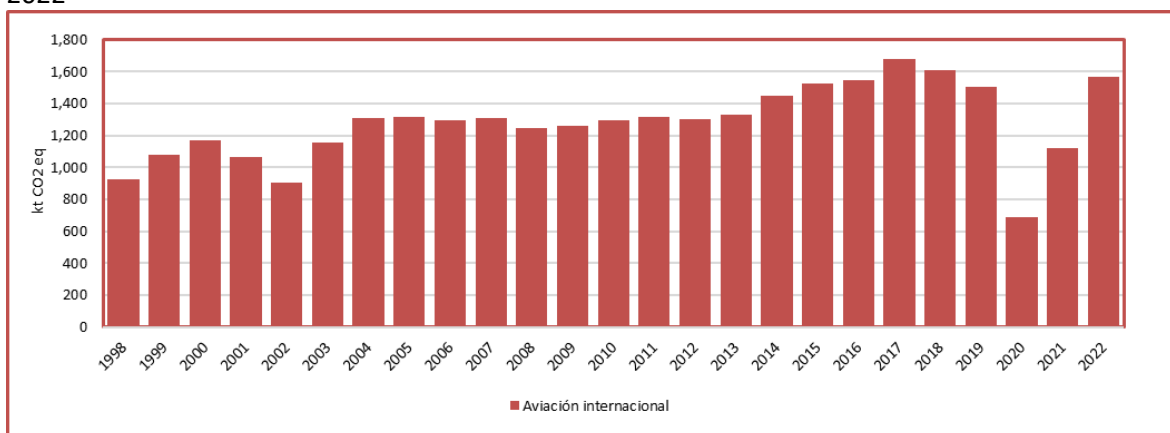
Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo (kt CO₂ eq)

<i>Transporte internacional</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
Aéreo	927,5	1172,3	1315,2	1294,3	1525,6	1545,7	1678,7	1607,1	1507,8	687,9	1122,0	1568,4
Total	927,5	1172,3	1315,2	1294,3	1525,6	1545,7	1678,7	1607,1	1507,8	687,9	1122,0	1568,4

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 5

Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.4.2. Aspectos metodológicos específicos del transporte internacional

Para la estimación de emisiones de GEI de *Aviación internacional* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI.

Los datos de actividad para *Aviación internacional* corresponden al consumo de Queroseno para motor a reacción (Avtur) se obtienen directamente del BNEN para toda la serie temporal. Estos valores son los asignados bajo la categoría *Bunker* y corresponden al consumo de Avtur exportado para transporte aéreo internacional, de acuerdo además con las asignaciones del Banco Central de República Dominicana en los Boletines trimestrales de estadísticas de transacciones. Los datos de actividad se encuentran en el Anexo 3.3.

Para obtener los datos de actividad del periodo 2018 – 2022 en *Aviación internacional* fue necesario, mediante técnicas de empalme, en Avtur promediar los valores de 1998 - 2017 para asignarlos como "punto de partida" y completar la serie con base en el total previamente reportado y distribuido por actividad.

El combustible reportado en BNEN Bunkers solo es cargado dentro del inventario en la parte de aviación internacional, la Navegación marítima y fluvial internacional, se reporta como "No estimada".

Los factores de emisión considerados para la estimación de emisiones de *Aviación internacional* corresponden para el caso del CO₂ al indicado en el cuadro 3.6.4 y para los gases No CO₂ a los indicados en el cuadro 3.6.5, ambos cuadros pertenecientes al volumen 2, capítulo 3 de *Directrices del IPCC de 2006*, además de la *Guía EMEP/EEA 2023*.

3.2.5. Emisiones de CO₂ de la biomasa usada con fines energéticos

3.2.5.1. Descripción y tendencia del CO₂ de la biomasa

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de CO₂ de la combustión de la biomasa han sido estimadas, pero no se contabilizan en los totales nacionales. Esta información se registra como *Elementos informativos* para la verificación cruzada y para evitar el doble conteo con el sector *UTCUTS*. Las emisiones de gases no CO₂ si son contabilizados en el total nacional, en la fuente en donde fue quemado el combustible. El BNEN considera como biocombustibles a la Leña, el Bagazo, el Carbón vegetal, el Biodiésel y Otras primarias (Cáscara de Arroz y Café, Aceites Residuales, Jícara de Coco, Fibra de Palma, Cartón, Café)

En 2022, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 4.929,2 kt CO₂ eq incrementándose en un 38,7 % respecto de 1998, y en un 18,5 % respecto de 2015 (**Tabla 3.12** y **Figura 3.6**). El principal impulsor de la tendencia corresponde al consumo de estos combustibles a nivel residencial, el que ha tenido un importante incremento en los últimos tres años. Adicionalmente existe un aumento en los últimos dos años de la serie por el uso de este tipo de combustible para la generación de electricidad

Tabla 3. 12

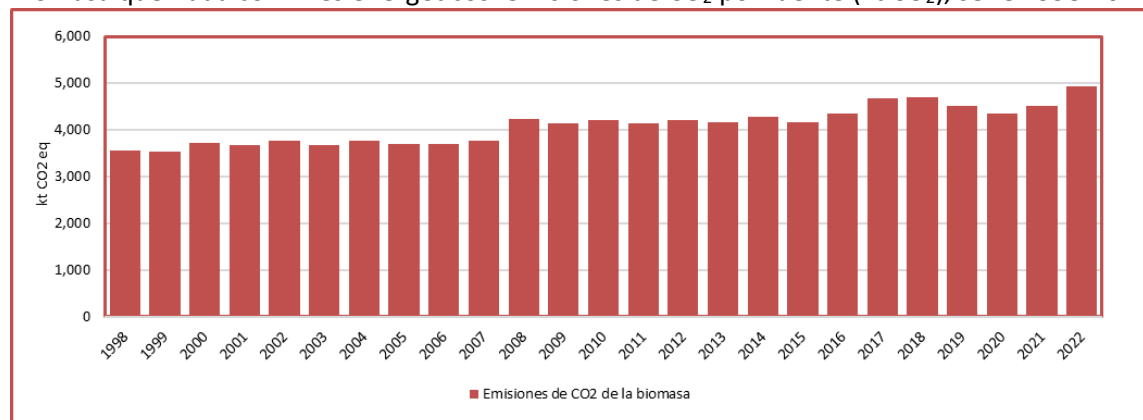
Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂)

Fuente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	3.553,0	3.727,3	3.691,2	4.207,3	4.159,2	4.357,4	4.664,3	4.706,6	4.506,3	4.354,5	4.509,7	4.929,2
Total	3.553,0	3.727,3	3.691,2	4.207,3	4.159,2	4.357,4	4.664,3	4.706,6	4.506,3	4.354,5	4.509,7	4.929,2

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 6

Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.5.2. Aspectos metodológicos específicos del CO₂ de la biomasa

Para la estimación de las emisiones de GEI de *Emisiones de CO₂ de la biomasa* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* usando datos de actividad del BNEN y factores de emisión por defecto del cuadro 1.4 del capítulo 1 del vol. 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* y, de igual forma, siguiendo lo indicado en la *Guía EMEP/EEA 2023*.

3.2.6. Materias primas y uso no energético de los combustibles

El BNEN considera diversos usos no energéticos de los combustibles bajo la categoría No energéticos. Esta categoría suele considerar el uso de Lubricantes, cemento asfáltico y otros no energéticos no especificados. Estos derivados del petróleo no fueron considerados dentro de los combustibles consumidos. El BNEN no reporta información diferenciada para el consumo con fines no energéticos de los centros de transformación.

El consumo de combustible de Refinería no está desagregado en BNEN: combustible con fines energéticos del con fines no-energéticos (el que se transforma).

Por lo tanto, se utilizaron los consumos propios (combustibles con fin energético) reportados por REFIDOMSA como datos de actividad para las estimaciones de la categoría 1.A.1.b *Refinación del petróleo* (ver anexos).

3.2.7. Industrias de la energía (CRT 1.A.1)

3.2.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

La subcategoría *Industrias de la energía* incluye las emisiones de GEI y los precursores de ozono (NO_x, CO, COVDM) de los combustibles quemados por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética. De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, esta subcategoría considera:

- *Producción de electricidad y calor como actividad principal* (1.A.1.a)
- *Refinación del petróleo* (1.A.1.b)
- *Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas* (1.A.1.c)

En el caso de República Dominicana se considera los consumos del BNEN de:

- Generación de electricidad para consumo público que considera el Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) y los Sistemas aislados;
- Autoprodutores;
- Refinería; y
- Fabricación de carbón vegetal a partir de leña, reportado como Carbonera en el BNEN.

Es importante mencionar que, si bien las *Directrices del IPCC de 2006* indican que el consumo de Autoprodutores- es decir de industrias que producen electricidad o calor como actividad secundaria- deben asignarse a la actividad principal de dicha industria y contabilizarse en la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción*. Sin embargo, dado que el BNEN reporta el consumo de Autoprodutores de forma agregada no es posible asignarlo a la industria respectiva. Es por esto que se decidió asignar este consumo a *Producción de electricidad y calor como actividad principal* (1.A.1.a).

En 2022, las emisiones de GEI de la subcategoría *Industrias de la energía* contabilizaron 15.654,3 kt CO₂ eq (**Tabla 3.13** y **Figura 3,7**), siendo la subcategoría más relevante del sector Energía (54,5 % de las emisiones totales del sector). Sus emisiones se han incrementado en 74,4 % respecto de 1998 y en un 39,4 % respecto 2015. Durante el periodo 1998 – 2022 mantuvo un incremento lineal, donde su principal impulso en la tendencia es el consumo de combustibles fósiles para la generación de electricidad, que tiene una tendencia general al alza. En 2003 y 2004 hay una importante disminución de las emisiones debido a cambios en la matriz de combustibles con la incorporación de gas natural y carbón mineral, conjuntamente el incremento de las renovables Solar y Eólica, han provocado una disminución de los derivados de petróleo (Diesel o Gasoil y Residual Fuel Oil). Adicionalmente otras fuentes de generación como la hidroelectricidad, la solar y la eólica tienen influencia en las variaciones interanuales de 2009, 2013 y 2017.

A partir del año 2019, entra en operación la Empresa de Generación Eléctrica Punta Catalina (EGEPC) y con ella el incremento de importación y consumo del carbón mineral (sub-bituminoso), esto genera un incremento de las emisiones. Según la CNE, estos datos están contemplados dentro del BNEN.

A nivel de fuente, la *Producción de electricidad y calor como actividad principal* es la más relevante alcanzando un 98,9 % de las emisiones, seguida de *Refinación de petróleo* con un 1,01 % y *Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía* con un 0,08 %.

Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Tabla 3. 13

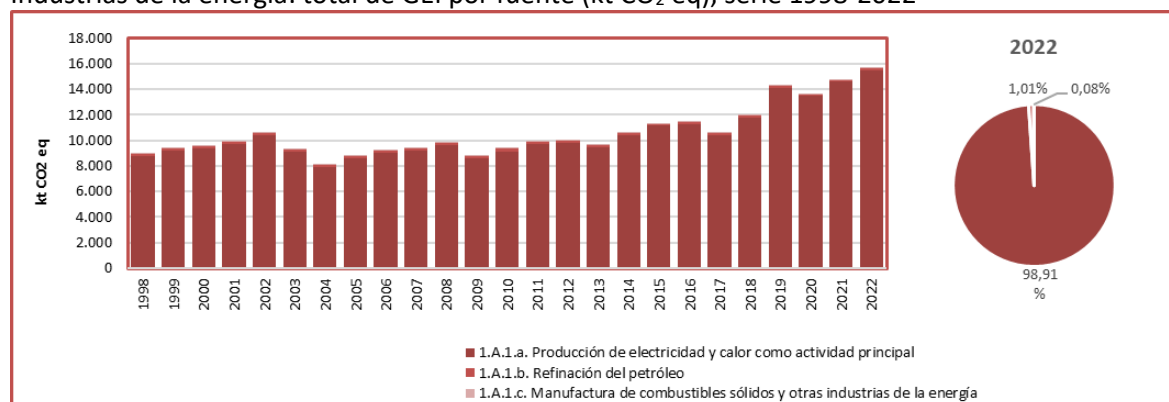
Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	8.786,1	9.373,7	8.602,5	9.132,0	11.171,8	11.277,3	10.418,8	11.769,2	14.061,5	13.522,5	14.559,3	15.484,0
1.A.1.b. Refinación del petróleo	180,3	190,3	184,7	188,6	47,9	159,2	137,7	165,9	168,6	83,6	160,6	158,1
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	8,9	8,6	8,4	9,2	10,5	11,0	11,3	10,1	10,1	10,7	10,8	12,2
Total	8.975,4	9.572,6	8.795,6	9.329,8	11.230,3	11.447,4	10.567,8	11.945,3	14.240,2	13.616,7	14.730,6	15.654,3

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 7

Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración propia

3.2.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de GEI y gases precursores de las fuentes de *Industrias de la energía* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI, como se indica en la *Ecuación 3.1*.

3.2.7.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

Los datos de consumo de combustible, la fuente de datos de actividad es el BNEN, que reporta los consumos de combustible para la generación eléctrica, la refinación del petróleo y las carboneras. La **Tabla 3.14** muestra la relación entre las fuentes del IPCC y el BNEN.

Tabla 3. 4

Industrias de la energía: relación entre fuentes del IPCC y BNE

BNE	IPCC
SENI	1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal
Sistemas aislados	
Autoprodutores	
Refinería	1.A.1.b. Refinación del petróleo
Carbonera	1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la asignación de combustibles, se asumió que todo el consumo reportado para Refinería y para Carbonera tiene fines energéticos. En cuanto a los Autoprodutores, se consideró todo este consumo para generación eléctrica debido a la falta de datos adicionales que facilitasen su asignación a la industria específica. Todos los datos de actividad considerados para esta subcategoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo

3.2.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006 y de la Guía EMEP/EEA 2023* para todos los combustibles y gases (**Tabla 3.15**). En particular los FE de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los detallados en el cuadro 2.2. del capítulo 2, del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 3. 15

Industrias de la energía: factores de emisión (kg GEI o gas precursor/ TJ) aplicados por combustible y gas.

<i>Combustible</i>	<i>FE CO₂</i>	<i>FE CH₄</i>	<i>FE N₂O</i>	<i>FE NO_x</i>	<i>FE CO</i>	<i>FE CO₂DM</i>	<i>FE SO₂</i>
Petróleo Crudo	73.300	3,0	0,6	NA	NA	NA	NA
Gasolina	69.300	3,0	0,6	NA	NA	NA	NA
Gas/Diesel Oil	74.100	3,0	0,6	65	16,2	0,8	46,5
Fuelóleo residual	77.400	3,0	0,6	142	15,1	2,3	495
Sub-bituminoso	96.100	1,0	1,5	209	8,7	1,0	820
Gas de refinería	57.600	1,0	0,1	63	12,1	2,58	10,44
Gas natural	56.100	1,0	0,1	89	39,0	2,6	0,244
Otra biomasa sólida primaria	100.000	30,0	4,0	81	90,0	7,31	10,8
Madera/ Desechos de madera	112.000	30,0	4,0	81	90,0	7,31	10,8

Fuente: elaboración propia con base en el cuadro 2.2. del capítulo 2, del volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 y la Guía EMEP/EEA 2023

3.2.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.2.7.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, sólido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente. Se asume igual para 1998.

Tabla 3. 8

Industria de la energía: incertidumbre combinada por fuente

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(+/-) %	(+/-) %	(+/-) %
Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	3%	5%	6%
Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	3%	150%	150%
Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	3%	150%	150%
Industrias de la energía - combustible sólido	CO2	3%	10%	10%
Industrias de la energía - combustible sólido	CH4	3%	150%	150%
Industrias de la energía - combustible sólido	N2O	3%	150%	150%
Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2	3%	5%	6%
Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4	3%	150%	150%
Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O	3%	150%	150%
Industrias de la energía - biomasa	CH4	3%	150%	150%
Industrias de la energía - biomasa	N2O	3%	150%	150%

Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, el BNE no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Se aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” (sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia se definió una incertidumbre del ± 3 % para todos los combustibles de esta subcategoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*.

3.2.7.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente.

Para estas categorías no se realizaron ajustes en la serie de datos de actividad.

3.2.7.6. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se compararon las estimaciones de CO₂ entre el método de referencia y el método sectorial, como se detalla en la sección 3.2.3, *supra*.
- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión de kbp a TJ, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.

- Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones en los talleres de validación de expertos y se discutieron.

3.2.7.7. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la asignación de autoprodutores junto con los sistemas eléctricos.

La **Tabla 3.17** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia un aumento de 12,8 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. El aumento se debe a la revisión y mejora en la estimación de emisiones mediante entre otros, incorporación de las emisiones de autoprodutores y a los ajustes del BNEN.

Tabla 3. 17

Industrias de la energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	9.955,64							
INGEI actual	11.230,27	11.447,44	10.567,81	11.945,27	14.240,17	13.616,70	14.730,58	15.654,34
Diferencia	1.274,63							
Diferencia %	12,80%							

Fuente: elaboración propia

3.2.7.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

La subcategoría *Industrias de la energía* es la más relevante del sector Energía, por lo que se deben aumentar los esfuerzos para mejorar sus estimaciones. Por lo anterior se plantea:

La subcategoría *Industrias de la energía* es la más relevante del sector Energía, por lo que se deben aumentar los esfuerzos para mejorar sus estimaciones. Por lo anterior se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre las industrias asignadas a la fuente Autoprodutores en el BNEN de modo de contabilizarlos en la industria correspondiente.
- Revisar el combustible consumido por la fuente Refinación del BNEN y asegurar que se reportan exclusivamente consumos con fines energéticos y no transformacionales.
- Revisar el combustible consumido por la fuente Carbonera del BNEN y asegurar que se reportan exclusivamente consumos con fines energéticos y no transformacionales.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.
- Revisar la homologación de los combustibles consumidos en el país, especialmente del carbón mineral, y contrastarla con información de Aduanas.

3.2.8. Industrias manufactureras y de la construcción (CRT 1.A.2)

3.2.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

La subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción* (1.A.2.) comprende las emisiones ocasionadas por la quema de combustibles en la industria, especialmente en calderas y hornos para producir el calor que se necesita en los procesos productivos.

A continuación, se muestran los componentes de esta subcategoría alineados a los sectores que establece el BNEN que lo comprenden.

Tabla 3. 18

Industrias manufactureras y de la construcción: relación entre el IPCC y el BNE.

Componentes	Definiciones IPCC	BNEN
1.A.2.c. Sustancias químicas	División 24 de la ISIC	Químicos y plásticos
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	Divisiones 21 y 22 de la ISIC	Papel e imprenta
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Divisiones 15 y 16 de la ISIC	Ingenios azucareros
		Tabaco
		Resto industria alimenticia
1.A.2.f. Minerales no metálicos	Incluye productos tales como porcelana, cemento, etc.; división 26 de la ISIC	Cemento y cerámica
1.A.2.g.i. Textiles y cuero	Divisiones 17, 18 y 19 de la ISIC	Textiles y cueros
1.A.2. g.ii. Industria no especificada	Toda industria manufacturera/de la construcción no incluida más arriba o para la que no hay datos disponibles por separado. Incluye las Divisiones 25, 33, 36 y 37 de la ISIC.	Resto industria
		Zonas francas
		Agro, Pesca y Minería.
		Construcción, Otros.

Fuente: elaboración propia

En 2022 las emisiones de la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción* contabilizaron 3,136.5 kt CO₂ eq, siendo la tercera subcategoría en nivel de emisiones dentro de la categoría *Actividades de la quema de combustibles*. Sus emisiones se han incrementado en un 194,3 % respecto 1998, con una reducción de 67,4 % respecto 2015.

A nivel de fuente, *la correspondiente a Otros (1.A.2.g.)*, la cual incluye a *1.A.2.g.i Textiles y cuero*, *1.A.2.g.ii. Industrias no especificadas y Minería (con excepción de combustibles) y cantería* (44.1 % de las emisiones de la subcategoría), seguida de *Minerales no metálicos* (39.6 %), *Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco* (15.1 %), *Sustancias químicas* (0.7 %) y *Pulpa, papel e imprenta* (0.4 %).

Tabla 3. 19

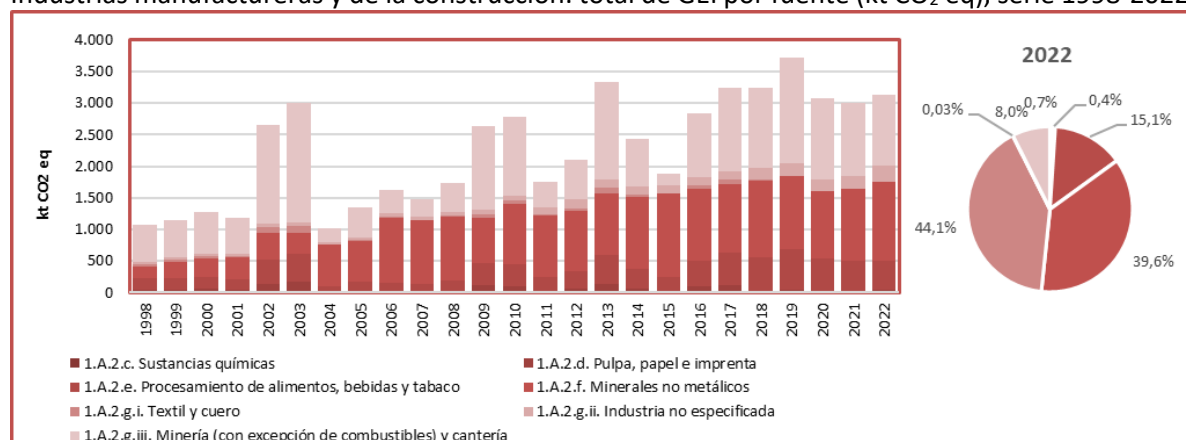
Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Fuente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.2.c. Sustancias químicas	54.5	66.7	84.6	98.8	123.8	137.6	131.8	19.0	21.8	18.2	18.6	22.0
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	45.7	51.7	27.8	97.2	7.9	76.1	104.7	14.9	19.6	14.8	13.1	12.6
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	256.7	300.0	278.0	468.4	367.2	556.3	646.1	524.2	645.7	503.4	469.3	474.8
1.A.2.f. Minerales no metálicos	413.8	556.5	1,058.7	1,728.4	1,985.9	1,930.5	1,931.5	1,221.9	1,162.0	1,072.7	1,144.1	1,242.5
1.A.2.g.i. Textil y cuero	30.5	34.7	20.6	65.2	9.2	53.5	3.5	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
1.A.2.g.ii. Industria no especificada	152.8	186.4	221.3	204.2	247.8	266.7	258.6	190.9	204.4	179.9	195.7	252.4
1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	92.3	113.8	193.4	186.5	142.7	209.1	196.1	1,274.2	1,672.8	1,290.3	1,165.7	1,131.3
Total	1,046.3	1,309.8	1,884.3	2,848.7	2,884.5	3,230.0	3,272.4	3,246.2	3,727.1	3,080.2	3,007.6	3,136.5

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 7

Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de GEI fuentes de *Industrias de la energía* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI, como se indica en la *Ecuación 3.1*.

3.2.8.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La fuente de datos de actividad es el BNEN, que reporta los consumos de combustible para las distintas industrias.

En el sector energía, la serie temporal de datos de actividad que sustentan las estimaciones nacionales de emisiones de GEI para la subcategoría de *Industrias Manufactureras y de la Construcción*, presentaban cambios metodológicos para dos periodos de los balances nacionales de energía neta (BNEN) (1998 – 2017 y 2018-2022).

Con el fin de garantizar la coherencia temporal de la serie, fue necesario aplicar técnicas de empalme para algunas actividades dentro de esta subcategoría, en algunos casos promediando valores del balance correspondiente al periodo 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual que presentaban los balances anteriores para los combustibles revisados. En otros casos, se promediaron los últimos años de la serie y se mantuvieron constantes para el resto del periodo ante la ausencia de mejores datos que pudiesen facilitar el uso de otro método para la superación de brechas. En un caso en particular, debido a los cambios en la metodología de recopilación de datos del BNEN se optó por dejar el Fuel Oil fuera solo en la actividad de 1.A.2.f *Minerales no metálicos*.

Esta modificación permitió ajustar en algunas actividades los valores históricos (1998–2017) de manera que mantuvieran la tasa de variación observada en esos años para algunos combustibles, pero expresados en niveles compatibles con la nueva información oficial de 2018 en adelante (**Tabla 3.20**).

Tabla 3. 20

Sector Energía: Ajustes realizados

Categorías IPCC	Categoría BNEN	Situación	Empalme
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos	Consumo de GLP se quintuplica desde 2018. Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1100 TJ a 2,8) a partir de 2018	Para Gas natural, GLP y diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Para el gas natural el ajuste considero como año de entrada del combustible el 2007, tal como indican los Balances de energía del país
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos		
1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta	Papel e imprenta	Consumo de fuel oil disminuye drásticamente a partir de 2018	Para GLP se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Ingenios azucareros, resto industria alimenticia, tabaco	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a 200) a partir de 2018	Para diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual
1.A.2.f - Minerales no metálicos	Cemento y cerámica	Consumo de fuel oil disminuye a cero a partir de 2018	Para GLP, diésel y coque de petróleo se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Debido a los cambios en el balance se propone dejar fuera Fuel Oil y revisar la serie de Minería (1.A.2.i.) para los años 1998-2017
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Agro, pesca y minería	No se reporta consumo de fuel oil a previo a 2018 No se reporta consumo de coque de petróleo a previo a 2018	Para Fuel Oil y Coque de petróleo se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada. Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada la alta variabilidad, específicamente para Gas Diesel Oil.
1.A.2.m - Industria no especificada	Resto industria, zona franca	No se reporta consumo leña a previo a 2018 Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a menos de 100) a partir de 2018	Para diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Para leña se promediaron los últimos años de la serie y se mantuvieron constantes para el resto del periodo ante la ausencia de mejores datos que pudiesen facilitar el uso de otro método para la superación de brechas. Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad, específicamente para Gas natural, GLP, gasolina de motor, fuel oil, otras primarias y coque de petróleo.
1.A.4.a - Comercial / Institucional	Comercial, Servicio y Público (Restaurantes, Hoteles y Resto servicio)	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1000 TJ a 75) a partir de 2018	Para Diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada. Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018
1.A.4.b - Residencial	Residencial (Urbano y rural)	Consumo de leña disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018. Consumo de otras primarias disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018.	Para Leña y Otras primarias se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada. Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018.

Fuente: elaboración propia

Estos ajustes fueron revisados y validados por el equipo de la CNE.

En cuanto a los Autoprodutores, se consideró todo este consumo para generación eléctrica debido a la falta de datos adicionales que facilitasen su asignación a la industria específica, por lo que fueron asignados a la fuente *Producción de electricidad y calor como actividad principal* (1.A.1.a). Todos los datos de actividad considerados para esta subcategoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo.

3.2.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI y de los gases precursores de ozono (NOx, CO, COVDM) de la subcategoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y de la Guía EMEP/EEA 2023 para todos los combustibles y gases (**Tabla 3.21**Error! No se encuentra el origen de la referencia.). En particular los FE de

emisión de CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los detallados en el cuadro 2.3. del capítulo 2, del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 3. 21

Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión (kg GEI o gas precursor / TJ) aplicados por combustible y gas.

Combustible	FE CO ₂	FE CH ₄	FE N ₂ O	FE NO _x	FE CO	FE COVDM	FE SO ₂
Gasolina	69,300	3	0,6	NA	NA	NA	NA
Gas/Diesel Oil	74,100	3	0,6	513	66	25	47
Gases licuados de petróleo	63,100	1	0,1	74	29	23	0,67
Fuelóleo residual	77,400	3	0,6	513	66	25	47
Carbón mineral Sub-bituminoso	94,600	10	1,5	173	931	88,8	900
Coque de petróleo	97,500	3	0,6	513	66	25	47
Gas natural seco	56,100	1	0,1	74	29	23	0,67
Otra biomasa sólida primaria	100,000	30	4,0	91	570	300	11

Fuente: elaboración propia con base en el cuadro 2.3. del capítulo 2, del volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 y la Guía EMEP/EEA 2023

3.2.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.2.8.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, sólido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente. Se asume válida para 1998.

Tabla 3. 22

Industrias manufactureras y de la construcción: incertidumbre combinada por fuente

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(+/-) %	(+/-) %	(+/-) %
Industrias manufactureras y de la construcción -combustible líquido	CO ₂	3%	5%	6%
Industrias manufactureras y de la construcción -combustible líquido	CH ₄	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción -combustible líquido	N ₂ O	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO ₂	3%	10%	10%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH ₄	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N ₂ O	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO ₂	3%	5%	6%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH ₄	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N ₂ O	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH ₄	3%	150%	150%
Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N ₂ O	3%	150%	150%

Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, el BNEN no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Se aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” (sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia se definió una incertidumbre del ± 3 % para todos los combustibles de esta subcategoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. La incertidumbre asociada a los gases precursores de ozono no fue estimada en el presente inventario.

3.2.8.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión. Con respecto a los datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente, se utilizaron técnicas de empalme, en los datos presentados en el BNEN.

Tabla 3. 23

Sector Energía: Ajustes realizados

Categorías IPCC	Categoría BNEN	Situación	Solución
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos	Consumo de GLP se quintuplica desde 2018. Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1100 TJ a 2,8) a partir de 2018	Para Gas natural, GLP y diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Para el gas natural el ajuste considero como año de entrada del combustible el 2007, tal como indican los Balances de energía del país
1.A.2.c - Productos químicos	Químicos y plásticos		
1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta	Papel e imprenta	Consumo de fuel oil disminuye drásticamente a partir de 2018	Para GLP se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Ingenios azucareros, resto industria alimenticia, tabaco	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a 200) a partir de 2018	Para diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual
1.A.2.f - Minerales no metálicos	Cemento y cerámica	Consumo de fuel oil disminuye a cero a partir de 2018	Para GLP, diésel y coque de petróleo se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Debido a los cambios en el balance se propone dejar fuera Fuel Oil y revisar la serie de Minería (1.A.2.i.) para los años 1998-2017
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Agro, pesca y minería	No se reporta consumo de fuel oil a previo a 2018 No se reporta consumo de coque de petróleo a previo a 2018	Para Fuel Oil y Coque de petróleo se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada. Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada la alta variabilidad, específicamente para Gas Diesel Oil.
1.A.2.m - Industria no especificada	Resto industria, zona franca	No se reporta consumo leña a previo a 2018 Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 2000 TJ a menos de 100) a partir de 2018	Para diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual. Para leña se promediaron los últimos años de la serie y se mantuvieron constantes para el resto del periodo ante la ausencia de mejores datos que pudiesen facilitar el uso de otro método para la superación de brechas.
1.A.4.a - Comercial / Institucional	Comercial, Servicio y Público (Restaurantes, Hoteles y Resto servicio)	Consumo de diésel disminuye drásticamente (desde 1000 TJ a 75) a partir de 2018	Mantener consumo promedio de los últimos años para el resto de la serie dada alta variabilidad, específicamente para Gas natural, GLP, gasolina de motor, fuel oil, otras primarias y coque de petróleo. Para Diésel se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada.
1.A.4.b - Residencial	Residencial (Urbano y rural)	Consumo de leña disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018. Consumo de otras primarias disminuye drásticamente (desde 17.000 TJ a 12000) a partir de 2018.	Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018. Para Leña y Otras primarias se promediaron los valores de 2018-2022 para asignarlo como "punto de partida" para el 2017 y para el resto de la serie se completó con base en la variación interanual total previamente reportada.
			Mantener tasa de variación entre 1998-2017 con niveles de 2018.

Fuente: elaboración propia

Estos ajustes fueron revisados y validados por el equipo de la CNE.

3.2.8.6. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se compararon las estimaciones de CO₂ entre el método de referencia y el método sectorial, como se detalla en la sección 1.2.3, *supra*.
- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión de kTep a TJ, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.
- Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones a una comisión de expertos y se discutieron.

3.2.8.7. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la incorporación de fuentes del BNEN no consideradas en la estimación anterior como *Agro, Pesca, Minería en la subcategoría Minería (con excepción de combustibles) y cantería* (1.A.2.i.), la cual era considerada en el inventario 2015 en la subcategoría Industrial *No especificada* (1.A.2.m.).

La **Tabla 3.24** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una reducción del 32,0 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. Esto se debe a la mejora en la estimación de emisiones entre otros: incorporación de las emisiones de otras fuentes consideradas previamente en la subcategoría *Agro, Pesca, Minería en la subcategoría Minería (con excepción de combustibles) y cantería* (1.A.2.i.) y a los ajustes que se realizaron en el BNEN.

Tabla 3. 24

Industrias manufactureras y de la construcción: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	2.754,8							
INGEI actual	1.874,2	2.842,0	3.250,2	3.246,2	3.727,4	3.080,1	3.007,5	3.136,5
Diferencia	-880,6							
Diferencia %	-32,0%							

Fuente: elaboración propia

3.2.8.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción* se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre las industrias asignadas a la fuente Autoprodutores en el BNEN de modo de contabilizarlos en la industria correspondiente dentro de esta subcategoría.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.
- Para los datos de Construcción y otros que presenta el BNEN, se recomienda que estos datos sean desagregados con datos de encuestas reales, para una mejor comprensión

del Balance de Energía, para que los mismos no sigan siendo un supuesto o un sobrante adjudicado a esta partida.

3.2.9. Transporte (CRT 1.A.3)

3.2.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

La subcategoría *Transporte* (1.A.3.) contabiliza las emisiones de GEI, que son ocasionadas por la quema de combustibles fósiles procedentes de todas las actividades del transporte a nivel nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, entre otros). Se excluye el transporte militar (no estimado) y el transporte internacional (marítimo y aéreo), los cuales son estimados y reportados como elementos informativos.

En el caso de República Dominicana, esta subcategoría considera las emisiones del transporte terrestre (automóviles, camiones livianos y pesados, motocicletas) y aviación civil doméstica e internacional. Las emisiones de la navegación doméstica e internacional y ferrocarriles (utilizado por la industria azucarera) no fueron estimadas, ya que no se cuenta con estadísticas para esta serie temporal, sobre la cantidad de combustible fósil quemado en estas subcategorías.

En 2022 las emisiones de esta subcategoría, la segunda más relevante de la categoría *Actividades de quema de combustible*, contabilizaron 7.431,3 en kt CO₂ eq (**Tabla 3.25** y **Figura 3,9**). Las emisiones de esta subcategoría se incrementaron un 50,5 % y 20,1 % respecto 1998 y 2015 respectivamente. El principal impulsor de la tendencia al alza es el crecimiento del parque automotriz, especialmente el transporte particular de automóviles. En el 2014 existió una disminución de las emisiones debido a la baja de la disponibilidad de combustibles en el país.

A nivel de actividad, *Transporte terrestre* es la más relevante con un 98,6 % de las emisiones de la subcategoría, seguida de *Aviación civil* (1,4 %).

Para aviación civil se adjunta en Anexo 3,1 el Reporte de Emisiones de CO₂ mediante la Metodología Organización Aviación Civil Internacional (OACI), en donde se presenta una comparativa de la estimación de emisiones comparando la metodología OACI con la metodología de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 3. 25

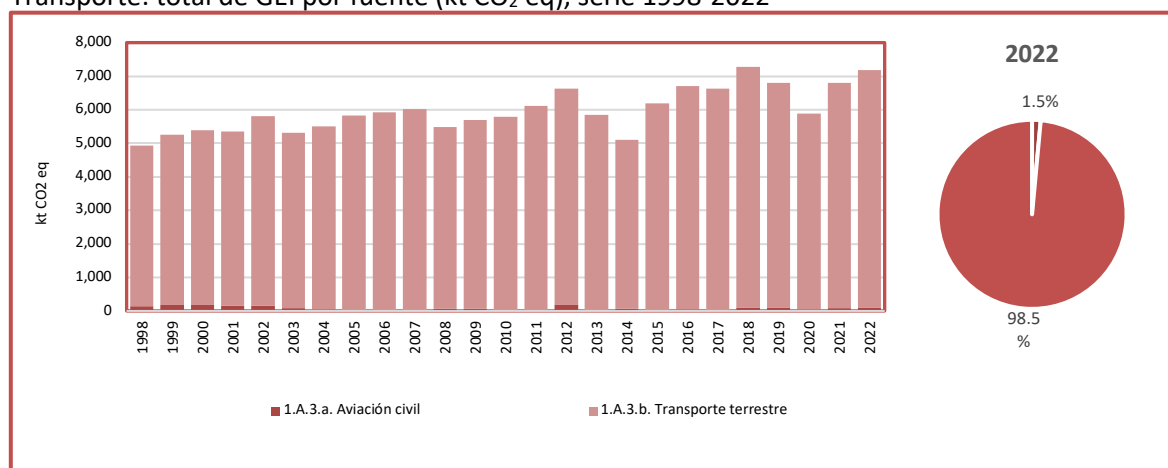
Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Fuente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.3.a. Aviación civil	144.8	185.8	11.1	10.7	16.2	42.0	24.9	107.9	101.9	45.8	75.6	105.7
1.A.3.b. Transporte terrestre	4,792.5	5,205.5	5,816.7	5,781.7	6,180.5	6,661.8	6,599.2	7,165.8	6,691.6	5,837.7	6,717.0	7,066.6
Total	4,937.3	5,391.3	5,827.9	5,792.4	6,196.7	6,703.8	6,624.1	7,273.7	6,793.5	5,883.5	6,792.6	7,172.3

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 8

Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

Respecto a la fuente *Transporte terrestre*, dada su importancia fue desagregada por tipo de vehículo (Tabla 3.26 y Figura 3.10). En 2022 sus emisiones contabilizaron 7.325,5 kt CO₂ eq, incrementándose en un 52,9 % respecto 1998 y en un 18,7 % respecto 2015. A nivel de sus componentes, los principales corresponden a los automóviles y camiones para servicio ligero, quienes en conjunto superan el 70% de las emisiones de esta componente a lo largo de la serie.

De manera más específica, *Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales* es la más relevante con un 49,3 % de la fuente, seguida de *Camiones para servicio pesado y autobuses* (14,0 %), *Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales* (29,8 %) y *Motocicletas* (6,9 %).

Tabla 3. 26

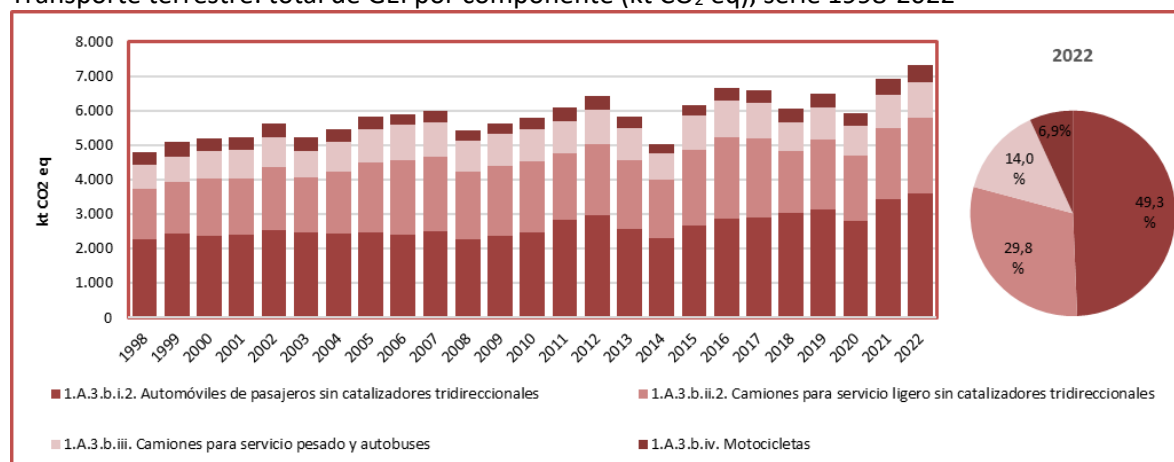
Transporte terrestre: total de GEI por componente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Componente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	2.275,2	2.367,2	2.457,8	2.459,3	2.678,2	2.859,2	2.889,1	3.044,1	3.138,2	2.809,7	3.420,2	3.614,6
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	1.442,5	1.664,7	2.048,5	2.057,9	2.174,4	2.365,2	2.299,9	1.784,2	2.025,5	1.876,9	2.076,6	2.183,5
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	703,6	801,7	962,9	950,2	997,5	1.085,2	1.054,3	823,6	932,7	865,8	968,8	1.025,0
1.A.3.b.iv. Motocicletas	371,2	371,8	347,4	314,0	323,0	345,7	350,5	394,2	398,2	360,5	463,4	502,3
Total	4.792,5	5.205,5	5.816,7	5.781,5	6.173,1	6.655,2	6.593,8	6.046,1	6.494,7	5.912,9	6.929,0	7.325,5

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 9

Transporte terrestre: total de GEI por componente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de GEI fuentes de *Industrias de la energía* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI, como se indica en la **Ecuación 3.1**.

Es importante mencionar que las emisiones de la navegación marítima y fluvial doméstica e internacional no fueron estimadas por ausencia de datos de actividad.

3.2.9.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La fuente de datos de actividad es el BNEN, que reporta los consumos de combustible para el transporte terrestre y la aviación. La **Tabla 3,27** muestra la relación entre las fuentes del IPCC y el BNEN.

Tabla 3. 27

Transporte: relación entre fuentes del IPCC y BNEN

IPCC	BNE	Observación
1.A.3.a. Aviación civil	Aéreo	El combustible reportado como Gasolina fue homologado a Gasolina para la aviación
1.A.3.b. Transporte terrestre	Transporte	Se apoyó la información con parque automotriz para los años 1998-2022 entregada por la CNE
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	Automóviles	Proporción equivalente a Automóviles, Jeep, Camionetas, Ambulancias y Fúnebres, según el Parque vehicular publicado por la Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	Carga liviana	Proporción equivalente a Carga liviana, Carga pesada, según el Parque vehicular publicado por la Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	Carga pesada	Proporción equivalente a Autobuses y Volteos, según el Parque vehicular publicado por la Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
1.A.3.b.iv. Motocicletas	Motocicletas	Proporción equivalente a Motocicletas, según el Parque vehicular publicado por la Dirección General de Impuestos Internos (DGII)
1.A.3.c Ferrocarriles		No Estimado
Aviación internacional (Tanque internacional)	Bunkers	Mayor detalle ver sección 3,2.4, supra

IPCC	BNE	Observación
1.A.3.d Navegación marítima y fluvial internacional (tanques de combustible internacionales)	Bunkers	Mayor detalle ver sección 3.2.4, supra

Fuente: elaboración propia

Para obtener los datos de actividad del periodo 2018 – 2022 de la actividad de *Aviación civil* (1.A.3.a) fue necesario, mediante técnicas de empalme, en el combustible Avtur promediar los valores de 1998 - 2017 para asignarlos como "punto de partida" y completar la serie con base en el total previamente reportado y distribuido por actividad.

El combustible reportado en Bunkers solo es cargado dentro del inventario en la parte de aviación internacional, no se tiene certeza si algún porcentaje del mismo corresponde al utilizado en la 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial internacional, esta se considera bajo la clave de notación "Incluida en otro lugar".

Respecto al consumo de combustible de *Transporte terrestre*, en el BNEN fue desagregado para fines del INGEI, los datos del parque automotriz por tipo de vehículo y tipo de combustible consumido junto con el consumo de combustible diario promedio. Con esto se estimó el consumo aparente del total del parque automotriz. Para el resto de la serie se mantuvo el porcentaje de participación registrado al 2015, debido a la variabilidad de los datos. Además, se tuvo en cuenta la desagregación del Parque Vehicular publicado anualmente por la DGII. La tabla muestra los porcentajes de participación por tipo de vehículo para los combustibles consumidos por el *Transporte terrestre*.

Aunque en el BNEN se informa de un consumo de Biodiesel para los años 2010 – 2014 en el subsector transporte terrestre, no se tiene identificado en cuál de los componentes dentro de la subcategoría pertenece. En este sentido, el mismo no se ha tomado en cuenta para las estimaciones de GEI de dicha subcategoría, se sugiere esto sea aclarado dentro del balance nacional de energía neta.

Todos los datos de actividad considerados para esta subcategoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo Sectorial.

3.2.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y la *Guía EMEP/EEA 2023* para todos los combustibles y gases (**Tabla 3.28**). En particular los FE de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los detallados en el capítulo 3 del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 3. 25

Transporte: factores de emisión (kg GEI y gas precursor/ TJ) aplicados por combustible y gas.

<i>Categorías</i>	<i>Combustible</i>	<i>FE CO₂</i>	<i>FE CH₄</i>	<i>FE N₂O</i>	<i>FE NO_x</i>	<i>FE CO</i>	<i>FE CO₂DM</i>	<i>FE SO₂</i>
1A3a Aviación	Gasolina para la aviación	70,000	0,5	2,0	95,54	28661,51	453,81	23,88
	Queroseno para motor a reacción	71,500	0,5	2,0	95,54	28661,51	453,81	23,88
1.A.3.b.i.2 - Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	Gasolina	69,300	33,0	3,2	9,51E-05	0,001161	0,324477	NA
	Gas/Diesel Oil	74,100	3,9	3,9	0,000281	5,76E-05	1,22E-05	NA
	Gases licuados de petróleo	63,100	62,0	0,2	0,000131	0,001391	0,000225	NA
	Gas natural líquido	56,100	92,0	3,0	NA	NA	NA	NA
1.A.3.b.ii.2 - Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	GLP	63100	62	0,2	NA	NA	NA	NA
	Gasolina	69300	33	3,2	0,000142	0,002835	0,000177	NA
	Gas/Diesel Oil	74100	3,9	3,9	0,000322	0,000163	2,94E-05	NA
1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses	Gas/Diesel Oil	74100	3,9	3,9	0,00062	0,000146	2,15E-05	NA
	GLP - Gases licuados de petróleo	63100	62	0,2	NA	NA	NA	NA
	Gasolina	69300	33	3,2	NA	NA	NA	NA
1.A.3.b.iv - Motocicletas	Gasolina	69300	33	3,2	0,000173	0,005849	0,002215	NA

Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 3.2.1 y 3.2.2 para *Transporte terrestre* y 3.6.5. para *Aviación civil* y *Aviación internacional*, todos del capítulo 3 del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*. De igual forma, tomando los valores por defecto de la *Guía EMEP/EEA 2023*

3.2.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.2.9.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3. 29

Transporte: incertidumbre combinada por fuente

<i>Fuente</i>	<i>GEI</i>	<i>Incertidumbre de datos de actividad</i>	<i>Incertidumbre de Factores de emisión</i>	<i>Incertidumbre combinada</i>
		<i>(+/-) %</i>	<i>(+/-) %</i>	<i>(+/-) %</i>
Aviación civil	CO ₂	3%	5%	6%
Aviación civil	CH ₄	3%	79%	79%
Aviación civil	N ₂ O	3%	110%	110%
Transporte terrestre	CO ₂	3%	5%	6%
Transporte terrestre	CH ₄	3%	180%	180%
Transporte terrestre	N ₂ O	3%	180%	180%

Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, el BNEN no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Se aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” (sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia se definió una incertidumbre del ± 3 % para todos los combustibles de esta categoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e

inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. La incertidumbre asociada a los gases precursores de ozono no fue estimada en el presente inventario.

3.2.9.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente.

3.2.9.6. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se compararon las estimaciones de CO₂ entre el método de referencia y el método sectorial, como se detalla en la sección 3.2.3, *supra*.
- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión de kTep a TJ, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.
- Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones a una comisión de expertos y se discutieron.

3.2.9.7. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la desagregación del *Transporte terrestre* por tipo de vehículo.

La **Tabla 3.30** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una disminución de 18,6 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. No existe información suficiente del inventario anterior para poder determinar la causa de la disminución. Entre otros se mejoraron significativamente las estimaciones, mediante mejora en la selección y aplicación de datos de actividad y factores de emisión, así como ajustes realizados en el BNEN.

Tabla 3. 30

Transporte: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	7.635,8							
INGEI actual	6.189,2	6.697,2	6.618,7	6.153,9	6.596,6	5.958,7	7.004,6	7.431,3
Diferencia	-1.446,6							
Diferencia %	-18,9%							

Fuente: elaboración propia

3.2.9.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría *Transporte* se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre la navegación marítima y fluvial nacional e internacional. Se espera que esta fuente sea de especial relevancia considerando las características geográficas de la República Dominicana.
- Trabajar en conjunto con autoridades de distintas instituciones (como INTRANT, CNE, DGII o IDAC) para mejorar la caracterización de los medios de transporte del país y su uso.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.
- Evaluar datos para uso de combustible *Ferrocarriles* y su relación con el BNEN y las industrias en donde se usan para reportar según corresponda, en próximos inventarios.

3.2.10. Otros sectores (CRT 1.A.4)

3.2.10.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Esta subcategoría corresponde a las emisiones de las actividades de quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en otras industrias o bien en el sector comercial, público y residencial. El BNEN no registra información suficiente para estimar las emisiones de *Agricultura/Silvicultura/Pesca*.

En el caso de República Dominicana, esta subcategoría considera las emisiones en residencial (urbano y rural) y comercial/institucional que abarca restaurantes, hoteles, servicios y públicos.

En 2022, la subcategoría *Otros sectores* contabilizó 1.697,5 kt CO₂ eq, incrementándose en un 47.8 % respecto el 1998 y en un 12,6 % respecto 2015 (**Tabla 3.31** y **Figura 3.11**). La tendencia al alza de las emisiones se debe al incremento del consumo residencial, especialmente del uso de GLP, leña y carbón vegetal. A nivel de fuente, *Residencial* es la más relevante con 91,5 %, seguida de *Comercial/Institucional* (8,5 %).

Tabla 3. 31

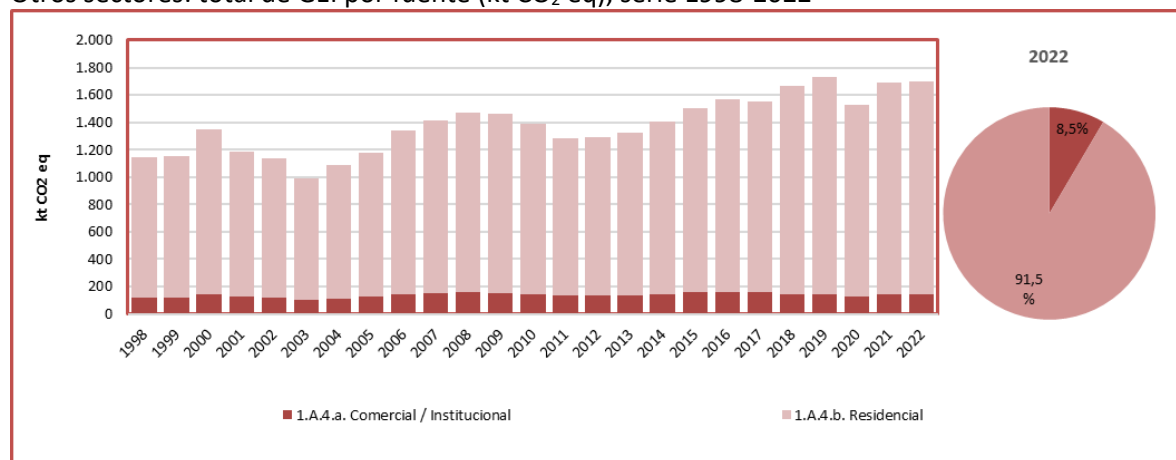
Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Fuente	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.4.a. Comercial / Institucional	120,5	143,0	127,5	146,0	156,8	162,5	160,5	142,1	147,4	128,6	143,6	143,9
1.A.4.b. Residencial	1.027,7	1.206,3	1.053,8	1.243,2	1.350,4	1.405,3	1.388,2	1.528,0	1.580,8	1.401,6	1.548,2	1.553,6
Total	1.148,1	1.349,4	1.181,3	1.389,2	1.507,2	1.567,8	1.548,6	1.670,1	1.728,3	1.530,2	1.691,8	1.697,5

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 10

Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.10.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de GEI fuentes de *Otros sectores* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI, como se indica en la *Ecuación 3.1*. La fuente *Agricultura/Silvicultura/Pesca* no fue estimada por ausencia de datos de actividad.

3.2.10.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

Los datos de consumo de combustible, la fuente de datos de actividad es el BNEN, que reporta los consumos de combustible para el comercial, institucional y residencial. La **Tabla 3.32** muestra la relación entre las fuentes del IPCC y el BNEN. Todos los datos de actividad considerados para esta subcategoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo Sectorial.

Tabla 3. 32

Otros sectores: relación entre fuentes del IPCC y BNE

IPCC	BNE
1.A.4.a. Comercial/Institucional	Restaurantes
	Hoteles
	Resto servicios
	Público
1.A.4.b. Residencial	Residencial Urbano
	Residencial Rural

Fuente: Elaboración propia

3.2.10.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI y de los gases precursores del ozono (NO_x, CO, COVDM) de la subcategoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y la *Guía EMEP/EEA 2023* para todos los combustibles y gases (**Tabla 3.33** *Error! No se encuentra el origen de la referencia.* *Error! No se encuentra el origen de la referencia.*). En particular los FE de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los detallados en el cuadro 2.4. del capítulo 2, del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 3. 3

Otros sectores: factores de emisión (kg GEI o gas precursor/ TJ) aplicados por combustible y gas.

Combustible	FE CO ₂	FE CH ₄	FE N ₂ O	Comercial/Institucional				Residencial			
				FE NO _x	FE CO	FE COVDM	FE SO ₂	FE NO _x	FE CO	FE COVDM	FE SO ₂
Gasolina	69,300	10	0,6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Gas/Diesel Oil	74,100	10	0,6	306	93	20	94	NA	NA	NA	NA
Gases licuados de petróleo	63,100	5	0,1	74	29	23	0,67	51	26	1,9	0,3
Otro queroseno	71,900	10	0,6	NA	NA	NA	NA	51	57	0,69	70
Madera/ Desechos de madera	112,000	300	4,0	91	570	300	11	50	4.000	600	11
Carbón vegetal	112,000	200	1,0	91	570	300	11	50	4.000	600	11
Otra biomasa sólida primaria	100,000	300	4,0	NA	NA	NA	NA	50	4.000	600	11

Fuente: elaboración propia con base en el cuadro 2.4. del capítulo 2, del volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 y Guía EMEP/EEA 2023.

3.2.10.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.2.10.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, sólido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI. (Se asume válida para 1998) Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 3. 34

Otros sectores: incertidumbre combinada por fuente

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(+/-) %	(+/-) %	(+/-) %
Otros sectores - combustible líquido	CO ₂	3%	5%	6%
Otros sectores - combustible líquido	CH ₄	3%	150%	150%
Otros sectores - combustible líquido	N ₂ O	3%	150%	150%
Otros sectores- biomasa	CH ₄	3%	150%	150%
Otros sectores- biomasa	N ₂ O	3%	150%	150%

Capítulo 4. Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, el BNEN no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Se aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” (sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia se definió una incertidumbre del ± 3 % para todos los combustibles de esta subcategoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. La incertidumbre asociada a los gases precursores de ozono no fue estimada en el presente inventario.

3.2.10.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente.

3.2.10.6. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se compararon las estimaciones de CO₂ entre el método de referencia y el método sectorial, como se detalla en la sección 3.2.3, *supra*.
- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión de kbep a TJ, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.
- Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones a una comisión de expertos y se discutieron.

3.2.10.7. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a cambios en la gestión de los datos reportados.

La **Tabla 3.35** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una disminución de 4,6 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. No se tiene información suficiente para determinar la principal causa de la reducción. Entre otros, se realizaron mejora en la estimación de emisiones, selección de datos de actividad y factores de emisión. Además se realizaron ajustes en BNEN.

Tabla 3. 32

Otros sectores: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	1.580,0							
INGEI actual	1.507,2	1.567,8	1.548,6	1.670,1	1.728,3	1.530,2	1.691,8	1.697,5
Diferencia	72,82							
Diferencia %	4,6%							

Fuente: elaboración propia

3.2.10.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría *Otros sectores* se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre las industrias asignadas a la fuente Agro, pesca y minería y revisar la pertinencia de su inclusión en esta subcategoría.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.

3.2.11. Otros sectores (CRT 1.A.5)

3.2.11.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Esta subcategoría corresponde a las emisiones de las actividades de quema de combustible en industrias no especificadas dentro del BNEN. El BNEN no registra información suficiente para estimar las emisiones de *Móvil (1.A.5.b.)* y *Operaciones multilaterales (1.A.5.c.)*, por lo cual se estima *Estacionaria (1.A.5.a)*.

En el caso de República Dominicana, esta subcategoría considera las emisiones en la categoría de Construcción y otros dentro del BNEN. Esta clasificación representa la diferencia entre la oferta y la demanda de los consumos de combustibles, dentro de todo el BNEN. Por diferencias encontradas, se asumió este valor como Construcción y otros, pero este dato no está certificado que sea de Construcción, sino de cualquier otra categoría dentro del BNEN.

Los combustibles de la categoría de "Construcción y otros", dentro del BNEN, pertenecen a otros consumos. Cuando la CNE hizo la primera encuesta en el año 2003 - 2004 de desagregación de datos para el BNEN, se ingresó en el BNEN una casilla representada como otros consumos, este combustible fue calculado como la diferencia entre la oferta y la demanda de los consumos encuestados. Por diferencias encontradas, por algún motivo, unos años después en la CNE se asumió este valor como Construcción y otros, pero este dato no está certificado que sea de Construcción, sino de cualquier otra categoría dentro del BNEN, por esto se reportan en No especificados.

En 2022, la subcategoría *No especificados* contabilizó 135,3 kt CO₂ eq, incrementándose en un 67,2 % respecto el 1998 y en un 23,3 % respecto 2015 (**Tabla 3,36** y **Figura 3,12**). El impulsor de la tendencia corresponde al consumo de gasolina a nivel industrial. Los combustibles de la categoría de "Construcción y otros" pertenecen a otros consumos.

Tabla 3. 36

No especificados: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Gases	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.5.a. Estacionaria	80,9	99,6	86,5	99,5	109,7	113,2	113,8	114,3	116,4	104,3	128,1	135,3
TOTAL	80,9	99,6	86,5	99,5	109,7	113,2	113,8	114,3	116,4	104,3	128,1	135,3

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 11
No especificados: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.2.11.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de GEI fuentes de *No especificados* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* y la *Guía EMEP/EEA 2023*, basado en el consumo de combustible y factores de emisión por defecto para cada GEI y gases precursores de ozono, como se indica en la *Ecuación 3.1*. Las fuentes *1.A.5.b. Móvil* y *1.A.5.c. Operaciones multilaterales* no fueron estimadas por ausencia de datos de actividad

3.2.11.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La fuente de datos de actividad es el BNEN, que reporta los consumos de combustible para Construcción y otros (Otros sectores). La **Tabla 3.37** muestra la relación entre las fuentes del IPCC y el BNEN. Todos los datos de actividad considerados para esta subcategoría y sus fuentes se encuentran disponibles en el Anexo sectorial.

Tabla 3. 37
No especificados: relación entre fuentes del IPCC y BNEN

IPCC	BNEN
1.A.5.a. No especificado	Construcción y otros / Otros sectores

Fuente: Elaboración propia

3.2.11.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI y de los gases precursores del ozono (NO_x, CO, COVDM, SO₂) de la subcategoría fueron los factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y la *Guía EMEP/EEA 2023* para todos los combustibles y gases (**Tabla 3.38***Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Error! No se encuentra el origen de la referencia.*). En particular los FE de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los detallados en el cuadro 2.4. del capítulo 2, del volumen 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 3. 8

No especificados: factores de emisión (kg GEI o gas precursor/ TJ) aplicados por combustible y gas.

Combustible	FE CO ₂	FE CH ₄	FE N ₂ O	FE NO _x	FE CO	FE CO ₂ DM	FE SO ₂
Gasolina	69,300	10	0,6	NA	NA	NA	NA
Gases licuados de petróleo	63,100	5	0,1	74	29	23	0,67

Fuente: elaboración propia con base en el cuadro 2.4. del capítulo 2, del volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 y Guía EMEP/EEA 2023.

3.2.11.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.2.11.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, sólido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 3. 9

No especificados: incertidumbre combinada por fuente

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(+/-) %	(+/-) %	(+/-) %
No especificados - combustible líquido	CO ₂	5%	70%	70%
No especificados - combustible líquido	CH ₄	5%	70%	70%
No especificados - combustible líquido	N ₂ O	5%	70%	70%

Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, el BNEN no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Se aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” (sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia se definió una incertidumbre del ± 3 % para todos los combustibles de esta subcategoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. La incertidumbre asociada a los gases precursores de ozono no fue estimada en el presente inventario

3.2.11.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente.

3.2.11.6. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se compararon las estimaciones de CO₂ entre el método de referencia y el método sectorial, como se detalla en la sección 3.2.3, *supra*.
- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión de kTep a TJ, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.
- Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones a una comisión de expertos y se discutieron.

3.2.11.7. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a cambios en la gestión de los datos reportados. La **Tabla 3.40** **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una disminución de 62.2 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. No se tiene información suficiente para determinar la principal causa de la reducción. Entre otros se mejoraron las estimaciones, selección de datos de actividad, factores de emisión. Además, se realizaron ajustes en el BNEN.

Tabla 3. 40

No especificados: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	289,2							
INGEI actual	109,7	113,2	113,8	114,3	116,4	104,3	128,1	135,3
Diferencia	179,54							
Diferencia %	62,1%							

Fuente: elaboración propia

3.2.11.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría *No especificados* se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre los vehículos y otras maquinarias, marina y aviación, no incluidas en 1.A.c.ii. *Vehículos todo terreno y otra maquinaria* o en ningún otro lugar, como también aviación y la navegación marítima y fluvial en las operaciones multilaterales y revisar la pertinencia de su inclusión en esta subcategoría.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.

3.3. Emisiones fugitivas de combustibles (CRT 1.B)

3.3.11. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las emisiones fugitivas son todas las emisiones intencionales y/o no intencionales de GEI liberadas en los momentos de extracción, procesamiento, almacenamiento y distribución de combustibles fósiles. Además, esto incluye las emisiones fugitivas generadas en la transformación de combustibles de la biomasa, como las generadas durante el proceso de obtención de carbón vegetal.

En República Dominicana, las actividades que son consideradas en esta categoría son las provenientes de la quema de leña para convertirla en carbón vegetal (fuente *Producción de carbón vegetal y biocarbón* (1.B.1.c.i)), registrado en Carbonera dentro del BNEN. También del petróleo (fuente *Petróleo* (1.B.2.a.)), las mismas son producidas por el venteo, producción y refinación (cuando son técnicas integradas), el transporte de crudo y la refinación para la producción de combustibles finales refinados. De igual forma, del gas natural (fuente Gas natural (1.B.2.b)) que es importado, generadas durante el transporte, transmisión, almacenamiento y distribución del mismo.

En 2022 las emisiones de esta categoría contabilizaron 644,7 kt CO₂ eq aumentando en 90,8 % respecto 1998 y aumentando en un 53,3 % respecto 2015 (**Tabla 3.41** y **Figura 3,13**). La tendencia de la subcategoría se relaciona con las variaciones en la producción de carbón vegetal (como combustible sólido transformado), la importación de petróleo y sus derivados y el funcionamiento de las plantas de refinación del país. Respecto a esto último es importante señalar que desde 2009 no se encuentra operativa la refinería FALCONDO y que en 2015 la refinería de REFIDOMSA pasa por un proceso de renovación, afectando el regular funcionamiento de la planta.

El Gas Natural se incorporó a la matriz energética de República Dominicana en 2003, junto con la puesta en marcha de la primera Terminal de Regasificación de Gas natural licuado (GNL), AES Andrés. Desde entonces hasta la fecha, existe un único importador y el principal demandante es el sector eléctrico.

Tabla 3. 41

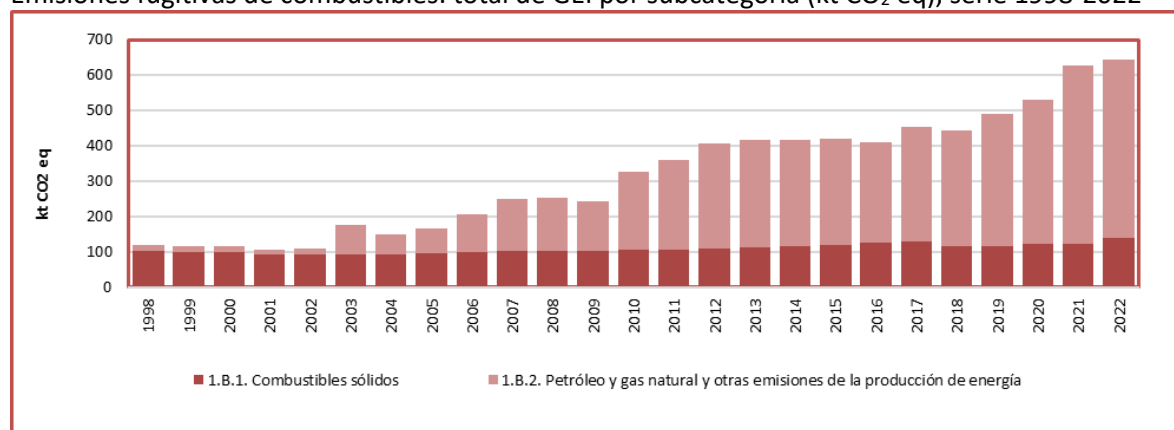
Emisiones fugitivas de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.B.1. Combustibles sólidos	101,7	98,1	96,1	105,9	120,8	125,7	129,4	116,1	116,0	122,4	123,3	139,9
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	16,8	17,6	70,8	222,2	299,6	285,8	324,6	326,2	375,1	406,6	504,7	504,8
Total	118,5	115,7	167,0	328,1	420,4	411,5	454,0	442,3	491,1	529,0	628,0	644,7

Fuente: elaboración propia

Figura 3. 13

Emisiones fugitivas de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

3.3.12. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI y gases precursores de ozono (NO_x, CO, COVDM, SO₂) de Combustibles sólidos, *Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía*, se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (**Ecuación 3-2**) usando datos de actividad desde el BNEN y REFIDOMSA y factores de emisión por defecto. Se consideran las fuentes de *Producción de carbón vegetal y biocarbón* (1.B.1.c.i), *Petróleo* (1.B.2.a.) y *Gas natural* (1.B.2.b).

Ecuación 3-2.

Petróleo y gas natural: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las emisiones fugitivas Nivel 1

$$Emisión_{GEI,industria} = actividad_{industria} \times Factor\ de\ emisión_{GEI,industria}$$

Fuente: Ecuación 4.2.1; Capítulo 4; Volumen 2; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- ***Emisión_{GEI,industria}*** = emisiones por gas de efecto invernadero y por industria (kt).
- ***actividad_{industria}*** = valor de la actividad por industria/proceso (unidades de actividad).
- ***Factor de emisión_{GEI,industria}*** = factor de emisión por defecto por gas de efecto invernadero y por tipo industria/proceso (kt/unidades de actividad).

3.3.12.3. Datos de actividad específicos de la categoría

La fuente de datos de actividad para la categoría *Emisiones fugitivas* provienen directamente del BNEN y de REFIDOMSA de las series anuales desde 1998 hasta el 2022, en donde se usaron los datos de producción de carbón en Carboneras, procesamiento de petróleo y de gas natural. La **Tabla 3.42** presenta los datos sobre el petróleo transportado y refinado.

El gas natural es introducido en la República Dominicana a partir del año 2003, en sus inicios para la generación eléctrica, y más recientemente en el sector industrial y de transporte, según información publicada por la CNE y OLADE mediante el Diagnóstico Energético de la República Dominicana (2015).

Tabla 3. 42Petróleo y gas natural: datos de actividad (10^3 m^3), serie 1998-2022

Año	1.B.1.c.i Producción de carbón vegetal y biocarbón (kt carbón producido)	Petróleo refinado y transportado (10^3 m^3)	Gas Natural procesado, transmitido y almacenado (10^6 m^3)
1998	88,50	2443,13	NO
1999	86,74	2530,03	NO
2000	85,31	2563,54	NO
2001	79,83	2082,00	NO
2002	80,65	2374,22	NO
2003	80,03	2378,04	277,03
2004	80,20	2423,62	159,14
2005	83,62	2422,71	220,03
2006	86,95	2435,88	360,56
2007	90,82	2148,37	523,94
2008	89,95	2111,13	545,79
2009	89,15	1510,08	530,61
2010	92,15	1623,86	856,75
2011	93,31	1539,02	986,82
2012	94,38	1438,01	1169,96
2013	96,74	1592,99	1196,68
2014	100,96	1574,22	1177,66
2015	105,12	943,70	1189,71
2016	109,35	1311,92	1123,55
2017	112,60	1076,53	1287,66
2018	100,99	1454,27	1283,62
2019	100,88	1384,06	1484,11
2020	106,46	561,57	1634,87
2021	107,26	1338,83	2011,64
2022	121,69	1250,40	2014,17

Fuente: elaboración propia

3.3.12.4. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las estimaciones de emisiones de GEI fueron los valores por defecto dispuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* para países en desarrollo y los dispuestos en la *Guía EMEP/EEA 2023*. La **Tabla 3.43** presenta los factores de emisión por defecto utilizados.

Tabla 3. 43**Carbón vegetal, Petróleo y gas natural: factores de emisión aplicados**

Fuente	FE - CO ₂		FE - CH ₄		FE - N ₂ O		FE - NO _x		FE - CO		FE - CO ₂ DM		FE-SO ₂
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	
Producción de carbón vegetal y biocarbón	1,57 x 10 ⁻⁶	kt de CO ₂ /kg de carbón producido	4,03 x 10 ⁻⁸	kt de CH ₄ /kg de carbón producido	8,0 x 10 ⁻¹¹	kt de N ₂ O/kg de carbón producido	7,0 x 10 ⁻¹¹	kt de NO _x /kg de carbón producido	2.20 x 10 ⁻⁷	g de CO/kg de carbón producido			
Transporte - tubería	4,9 x 10 ⁻⁷	kt CO ₂ /10 ³ m ³	5.4 x 10 ⁻⁶	kt CH ₄ /10 ³ m ³							0.054	kg/m ³ petróleo	
Refinación del petróleo	0,00530703	kt CO ₂ /10 ³ m ³	2,72 x 10 ⁻⁵	kt CH ₄ /10 ³ m ³	7.96E-08	kt N ₂ O/10 ³ m ³							
Procesamiento gas natural	1,2 x 10 ⁻⁷	kt CO ₂ /10 ⁶ m ³	1,83 x 10 ⁻⁵	kt CH ₄ /10 ⁶ m ³	1,30 x 10 ⁻⁶	kt CH ₄ /10 ⁶ m ³					0,15	ton/10 ⁶ m ³	
Transmisión de gas natural	2,3 x 10 ⁻⁷	kt CO ₂ /10 ⁶ m ³	3,36 x 10 ⁻⁵	kt CH ₄ /10 ⁶ m ³							0,05	ton/10 ⁶ m ³	
Almacenamiento de gas natural	6 x 10 ⁻⁸	kt CO ₂ /10 ⁶ m ³	0,67 x 10 ⁻⁷	kt CH ₄ /10 ⁶ m ³							0,0094	ton/10 ⁶ m ³	
Distribución gas natural	9 x 10 ⁻⁸	kt CO ₂ /10 ⁶ m ³	2,92 x 10 ⁻⁶	kt CH ₄ /10 ⁶ m ³							0,09	ton/10 ⁶ m ³	

Fuente: elaboración propia con base en el cuadro 4.2.5 del capítulo 4, del volumen 2 de las *Directrices del IPCC 2006 y Guía EMEP/EEA 2023*

3.3.12.5. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

3.3.13. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre relacionada con la *Producción de carbón vegetal y biocarbón* (1.B.a.c.i) es alta, ya que el uso de este combustible normalmente no se registra con precisión a nivel nacional y la mayoría de los fabricantes tradicionales de carbón vegetal (o biocarbón) no miden las cantidades de carbón vegetal producidas. Las incertidumbres asociadas con los datos de producción de carbón vegetal en el BNEN no están disponibles.

La incertidumbre combinada de esta categoría para el 2022, solo se estimó para las fuentes relacionadas con el *Petróleo* (1.B.2.a.), ya que se desconoce de los otros datos. Para futuras estimaciones, se podrían asumir estos valores, en caso de ser necesario. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 3. 44**Petróleo y gas natural: incertidumbre combinada**

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(-) %	(-) %	(-) %
Transformación de combustible	CH ₄	3%	75%	75%
Transformación de combustible	N ₂ O	3%	75%	75%
Petróleo	CO ₂	3%	75%	75%
Petróleo	CH ₄	3%	75%	75%

Fuente: elaboración propia

Con respecto a los datos de actividad, no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Tomando como referencia la incertidumbre del BNEN se definió una incertidumbre del ±3 % para los datos de actividad.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. La incertidumbre relacionada con los factores de emisión de la Producción de carbón vegetal es alta, ya que la misma depende del tipo de horno y de la eficiencia del mismo. En la República Dominicana el carbón vegetal (o biocarbón) que se produce es mediante métodos tradicionales de montículos o tumbas⁷, donde muchos no están autorizados ni contabilizados, esto genera que los factores de emisión sean imprecisos. Los factores de emisión no están disponibles.

3.3.14. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1998-2022 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, de acuerdo con lo presentado previamente.

3.3.15. Actividades de GCCV de la subcategoría

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas:

- Se crearon tablas y celdas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos (PCG, conversión a m³, m⁶, kt, etc.).
- Se verificaron los valores totales para que coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Se realizaron chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.

Se revisó la tendencia con especial atención en los valores inusuales o fuera de la tendencia. Se presentaron estas cuestiones en los talleres de validación y se discutieron

3.3.16. Nuevos cálculos de la subcategoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a cambios en la gestión de los datos reportados e inclusión de una nueva subcategoría Producción de carbón vegetal y biocarbón (1.B.1.c.i).

La **Tabla 3.45** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una disminución de 729,8 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país. La diferencia se debe a que no se estimaron las emisiones relacionadas con el gas natural por la ausencia de datos de actividad.

Tabla 3. 45

Petróleo y gas natural: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario incluido en el 1BUR y el actual inventario

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	50,7							
INGEI actual	420,4	411,5	454,0	442,3	491,1	529,0	628,0	644,7
Diferencia	-369,7							
Diferencia %	-729,8%							

Fuente: elaboración propia

⁷ Un tipo de horno artesanal

3.3.17. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría *Combustibles fósiles* se recomienda:

Verificar la información nacional, relacionada a producción, importación y exportación de carbón vegetal, contenida en otras instituciones, establecer cruce con los datos contenidos en el BNEN.

Para la subcategoría *Petróleo y gas natural* se plantea:

- Revisar la estadística nacional y levantar información sobre las industrias relacionadas con la refinación de petróleo y gas natural y cruzar con los datos reportados del BNEN.
- Realizar actividades de verificación adicionales como comparar los datos de actividad y resultados con fuentes internacionales.

3.4. Transporte y almacenamiento de CO₂ (CRT 1.C)

Esta categoría no ocurre en el país.

4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2)

4.2. Panorama general del sector

El sector industrial de la República Dominicana ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años. Según el Anuario de Estadísticas Económicas 2022 de la Oficina Nacional de Estadística (ONE), el Producto Interno Bruto (PIB) del sector industrial experimentó un incremento notable en 2022. En términos de participación en el PIB nacional, el sector industrial representó aproximadamente el 33,8% en 2022, consolidándose como una de las principales fuentes de crecimiento económico en el país.

Según el Anuario de Estadísticas Económicas 2022 de la Oficina Nacional de Estadística (ONE), la estructura económica dominicana se distribuye de la siguiente manera:

- **Servicios:** 60,8%
- **Industrias:** 33,8%
- **Agropecuaria:** 5,5%

Además, el sector industrial ha sido un importante generador de empleo. Según datos de la ONE, en 2022, el sector empleó a una proporción significativa de la población económicamente activa, contribuyendo al desarrollo económico y social de la nación.

En cuanto a la distribución del empleo por sectores en 2022, los datos de la ONE indican:

- **Servicios:** 64,7%
- **Industrias:** 20,8%
- **Agropecuaria:** 14,4%

Es importante destacar que, a pesar de este crecimiento, el sector industrial ha enfrentado desafíos, incluyendo la necesidad de adaptarse a nuevas tecnologías y mejorar la competitividad en el mercado global. La innovación y la inversión en capital humano se presentan como factores clave para mantener y potenciar el crecimiento del sector en los próximos años.

En resumen, el sector industrial de la República Dominicana ha mostrado un desempeño positivo en 2022, con un crecimiento en su contribución al PIB y en la generación de empleo, lo que refleja su relevancia en la economía nacional.

4.2.11. Descripción del sector

Este sector incluye las emisiones de GEI provocadas por los procesos industriales, por el uso de GEI en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias por medios químicos o físicos (IPCC, 2006). Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

En República Dominicana se registran emisiones de GEI en las categorías de *industria de los minerales, industria química, industria de los metales, productos no energéticos de combustibles y uso de solventes, uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO)* y

manufactura y utilización de otros productos. La categoría que no ocurren en el país es la *industria electrónica*, mientras que la subcategoría *producción de plomo y uso de equipos eléctricos* no fueron estimadas debido a la falta de datos de actividad.

Por su parte, las emisiones provenientes del *uso de productos sustitutos de las SAO* fueron estimadas y asignadas en su totalidad a la subcategoría *refrigeración y aire acondicionado* por falta de datos desagregados de HFC por aplicación. De esta forma las emisiones provenientes de *agentes espumantes, protección contra incendios, aerosoles, solventes y otras aplicaciones* de HFC, quedan comprendidas dentro de *refrigeración y aire acondicionado*.

Se estimaron en la presente edición emisiones de CO₂, N₂O y HFC. No ocurren en el país emisiones de CH₄ y NF₃. Con respecto a los PFC, según el juicio experto recopilado por la coordinación del BTR, existe la posibilidad de que hayan ocurrido importaciones de PFC antes de 2010 incorporados en equipamiento. Sin embargo, durante la elaboración del INGEI y en los talleres de validación no se identificó evidencia documental que confirmara importaciones ni la presencia de equipos asociados al uso de PFC. En consecuencia, y aplicando un criterio conservador, las emisiones previas a 2010 se reportan como No estimadas, y a partir de 2011 como No ocurre.

4.2.12. Tendencia de los GEI del sector

El sector IPPU representó un 10,5 % del balance nacional en 2022 o el 10,9 % de las emisiones totales (excluyendo UTCUTS).

En ese mismo año, el sector Procesos industriales y uso de productos generó 5.049,1 kt CO₂ eq. De este total, la categoría *industria de los minerales* generó 2.328,5 kt CO₂ eq (46,1 %), la categoría *industria química* 0,6 kt CO₂ eq (<0,1 %), la *industria de los metales* 325,3 kt CO₂ (6,4 %), por el uso de *productos no energéticos de combustibles y de solvente* 34,5 kt CO₂ eq (0,7 %), por el *uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* 2.360,1 kt CO₂ eq (46,7 %) y por la *manufactura y utilización de otros productos* 1,8E-2 kt CO₂ eq (<0,1 %). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los resultados detallados de las emisiones al 2022 por gas para todas las categorías y subcategorías que incluye este sector.

Tabla 4. 1

Sector IPPU: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO2 (kt)	CH4 (kt)	N2O (kt)	HFC (kt CO2 eq)	PFC (kt CO2 eq)	SF6 (kt CO2 eq)	NF3 (kt CO2 eq)	NOx (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SOX (kt)
2.	Procesos industriales y uso de productos	2.688,90	NO, NA	6,67E-5	2.360,14	NO	NE	NO	NO, NA	NO, NA	48,0	0,01
2.A.	Industria de los minerales	2.328,46							NA	NA	NA	NE
2.A.1.	Producción de cemento	1.929,27										NE
2.A.2.	Producción de cal	394,81										
2.A.3.	Producción de vidrio	NO										
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	4,39										
2.A.5.	Otros (especificar)	NO										
2.B.	Industria química	0,61	NO, NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA
2.B.1.	Producción de amoníaco	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
2.B.2.	Producción de ácido nítrico			NO					NO			
2.B.3.	Producción de ácido adípico	NO		NO					NO	NO	NO	
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO		NO							NO	NO
2.B.5.	Producción de carburo	0,61	NA						NA	NA	NA	NA
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	NO										
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NO										
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	NO	NO						NO	NO	NO	NO
2.B.9.	Producción fluoroquímica				NO	NO	NO	NO				
2.B.10.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
2.C.	Industria de los metales	325,33	NO, NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA
2.C.1.	Producción de hierro y acero	NO	NO						NO	NO	NO	NO
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	315,90	NA						NA	NA	NA	NA
2.C.3.	Producción de aluminio	NO				NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.4.	Producción de magnesio	NO			NO	NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.5.	Producción de plomo	NO										NO
2.C.6.	Producción de cinc	9,43										0,01
2.C.7.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	34,49	NA	NA					NA	NA	NA	NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	26,28	NA	NA					NA	NA	NA	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	8,21	NA	NA					NA	NA	NA	NA

2.D.3.	Otros (Uso de solventes, puntura, limpieza en seco)	NA	NA	NA					NA	NA	31,3	NA
2.D.4	Uso de Asfalto	NA	NA	NA					NA	NA	2,07	NA
2.E.	Industria electrónica				NO	NO	NO	NO				
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores				NO	NO	NO	NO				
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT				NO	NO	NO	NO				
2.E.3.	Células fotovoltaicas				NO	NO	NO	NO				
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica				NO	NO	NO	NO				
2.E.5.	Otros (especificar)				NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO				2.360,14	NO	NO	NO				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				2.360,14	NO	NO	NO				
2.F.2.	Agentes espumantes				IE	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios				IE	NO	NO	NO				
2.F.4.	Aerosoles				IE	NO	NO	NO				
2.F.5.	Solventes				IE	NO	NO	NO				
2.F.6.	Otras aplicaciones				IE	NO	NO	NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	-	-	6,67E-5	NO	NO	NE	NO	NO	NO	NO	-
2.G.1.	Equipos eléctricos				NO	NO	NE	NO				
2.G.2.	SF6 y PFC de otros usos de productos					NO	NO					
2.G.3.	N2O de usos de productos			6,67E-5								
2.G.4.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.H.	Otros (especificar)	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NE	NE	14,6	NE

Nota 1: NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre; IE = incluido en otro lugar; C = confidencial.

Nota 2: los GEI reportados como 0,0 corresponden a valores menores a 0,01 kt CO₂ eq.

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. 2

Sector IPPU: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.A. Industria de los minerales	292,8	358,0	488,0	1.169,7	1.997,9	1.948,6	2.284,4	2.328,5
2.B. Industria química	0,4	0,4	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,6
2.C. Industria de los metales	264,6	291,1	297,0	NO	8,0	308,8	325,2	325,3
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	32,4	33,0	34,6	29,1	33,6	31,3	36,4	34,5
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	0,2	263,3	975,5	2.136,0	2.188,7	2.360,1
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NE	NE	NE	0,4	0,2	0,1	3,79E-2	1,77E-02
2.H. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	590,2	682,5	820,7	1.463,3	3.015,7	4.425,2	4.835,1	5.049,1

Fuente: elaboración propia

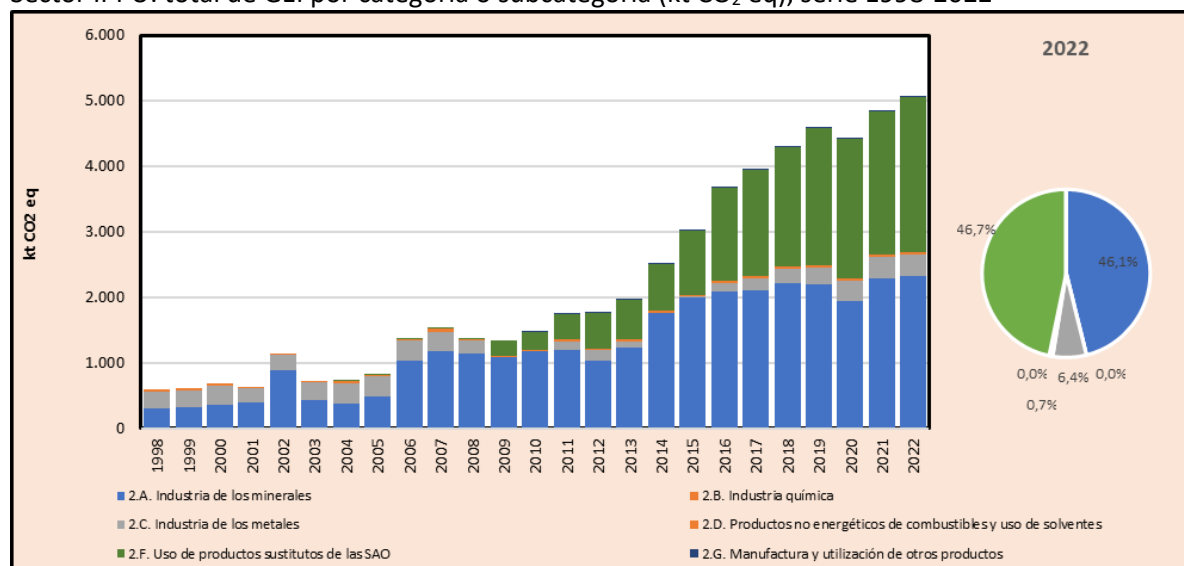
NE = no estimado; NO = no ocurre

La tendencia observada indica un aumento sostenido debido al aumento de la actividad de la industria de los minerales (fundamentalmente en la producción de clinker y cal) y a la introducción y aumento significativo del consumo de HFC, a partir de 2004, especialmente para uso en refrigeración y aire acondicionado. Debido a esto, se observa un aumento global de las emisiones de GEI del sector del 755,5 % para 2022 con respecto al año 1998 y 67,4 % con respecto a 2015.

Con respecto a la participación de cada categoría que forma parte del sector, para 2022, un 46,1 % corresponde a industria de los minerales, un 46,7 % a uso de productos sustitutos de las SAO, 6,4 % a la industria de los metales, un 0,7 % a productos no energéticos de combustibles y uso de solventes y, finalmente, menor al 0,1 % la industria química y la manufactura y utilización de otros productos. Esto demuestra la importancia que tiene la industria de los minerales y el uso de productos sustituto de las SAO en las emisiones total del sector.

Figura 4. 1

Sector IPPU: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

Respecto a las emisiones por tipo de GEI, estas estuvieron representadas por un 53,3 % de CO₂ y un 46,7 % de HFC y menor al 0,1 % el N₂O (Tabla 4.3 y Figura 4.2). El SF₆ se reporta como NE por falta de datos de actividad.

Tabla 4. 3

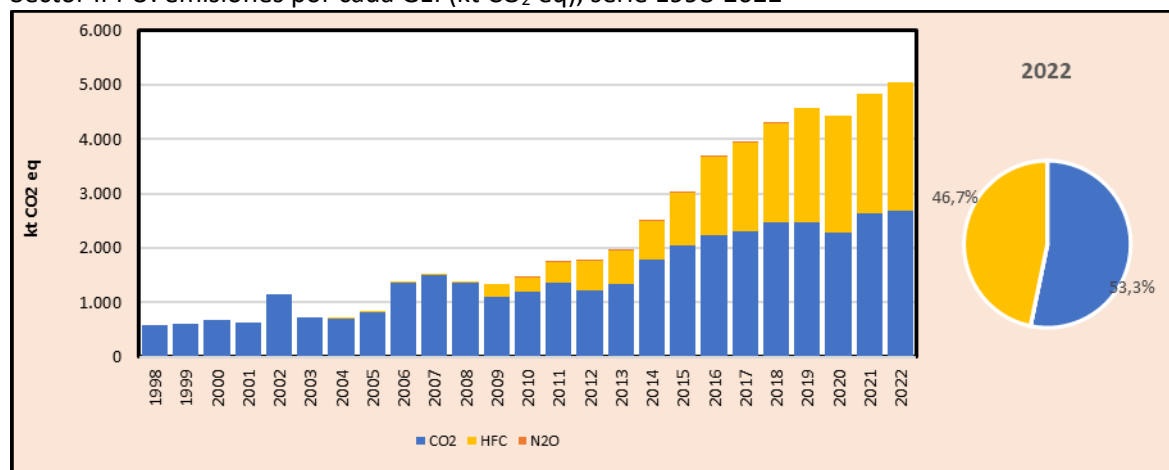
Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq y kt GEI), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	590,2	682,5	820,5	1.199,6	2.040,1	2.289,1	2.646,3	2.688,9
CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
N ₂ O	NE	NE	NE	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0
HFC	NO	NO	0,2	263,3	975,5	2.136,0	2.188,7	2.360,1
PFC	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total	590,2	682,5	820,7	1.463,4	3.015,8	4.425,2	4.835,1	5.049,1
COVDM	24,2	26,1	28,1	38,9	38,3	39,8	45,8	48,0
CO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
NO _x	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SO _x	NE	NE	NE	NE	6,3E-3	3,2E-3	6,6E-3	7,4E-2

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 2

Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

En el 2022 las emisiones de CO₂ totalizaron 2.688,9 kt CO₂. De estas, 2.328,5 kt CO₂ (86,5 %) provinieron de la categoría *industria de los minerales*, 325,3 kt CO₂ (12,1 %) de la *industria de los metales* y 34,5 kt CO₂ (1,3 %) del *uso de productos no energéticos de combustibles y uso de solventes* y 0,6 kt CO₂ (<0,1 %) de la *industria química*.

Las emisiones del este GEI en el sector presentaron un aumento en la serie temporal de 355,6 % y 31,8 % relativo a 1998 y 2015 respectivamente, debido al aumento de actividad en la *industria de los minerales*.

Las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC), en su totalidad provienen por el *uso de productos sustitutos de las SAO*, estas equivalen a 2.360,1 kt CO₂ eq de HFC, siendo el HFC-134a el principal gas utilizado, representando 43,3 % de los HFC de esta categoría. Desde su introducción en el año 2004 estos gases han aumentado 4 órdenes de magnitud.

Por último, las emisiones de N₂O, provienen exclusivamente del *N₂O de usos de productos* y se dispone de información de datos de actividad desde el año 2010. Para la serie 1998-2009, estas emisiones se reportan como no estimadas (NE).

No se estiman emisiones de SF₆ por uso en transformadores eléctricos por falta de datos de actividad.

No se han registrado para este sector emisiones de CH₄ y NF₃ en la serie temporal.

En el caso de los PFC, el análisis experto indicó la posible existencia de importaciones previas a 2010 en equipos; sin embargo, durante la preparación del INGEI no se encontró evidencia documental que lo confirmara. Por ello, y siguiendo un enfoque conservador, las emisiones anteriores a 2010 se reportan como No estimadas, y desde 2011 en adelante como No ocurre.

Para COVDM se estimaron emisiones para uso de solventes (limpieza en seco, aplicación de pintura y uso de solvente, y producción de bebidas y alimentos). Para SO_x se estimaron únicamente las emisiones de las Ferroaleaciones. No se estimaron por falta de datos de calidad, emisiones de producción de panificados, ni producción de papel.

Para las emisiones de SO_x, de la producción de cemento las Guías EMEP/EEA 2023 recomiendan estimarlo y reportarlo en el sector Energía para evitar doble contar emisiones, dado que el factor de emisión de energía ya contempla las emisión del proceso industrial (EMEP/EEA 2023).

4.2.13. Aspectos metodológicos generales del sector

El INGEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) fue realizado bajo la responsabilidad de la Dirección de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana. No obstante, el contenido de este INGEI es el resultado de una cooperación entre varias instituciones y representa un valioso esfuerzo interinstitucional y colaborativo. Se resalta el trabajo de expertos de instituciones y elementos claves en la preparación del informe, brindando parte de su tiempo, aportando datos y ofreciendo comentarios en el proceso de revisión, así como un chequeo cruzado sobre la calidad de los datos.

En conclusión, este INGEI del sector IPPU es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de las instituciones: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Programa Nacional de Ozono (PRONAOZ), Comisión Nacional de Energía (CNE), Banco Central de la República Dominicana (BC), la Asociación Dominicana de Cemento (ADOCEM), Dirección General de Minería (DGM), Dirección General de Aduanas (DGA) y otras empresas del sector privado. Todas estas instituciones han trabajado bajo de la coordinación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, labor que ha robustecido la elaboración del INGEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) a nivel nacional, al sumar el saber experto de las diferentes instituciones participantes, representativas del sector.

La ONE representó un actor clave en el control y validación de datos y cruzamiento de informaciones de diferentes fuentes.

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector IPPU se aplicaron los métodos de Nivel 1 y Nivel 2 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006.

El método Nivel 2 se aplicó para las emisiones de CO₂ de la categoría producción de cemento. Las restantes categorías y subcategorías fueron estimadas con método de Nivel 1, incluyendo factores de emisión por defecto. Esto se debe principalmente a que no se cuenta con información directa de los procesos, por lo que estos han sido estimados a partir de fuentes secundarias.

Los datos de actividad utilizados en estas categorías se estimaron a partir de estadísticas tributarias y estadísticas de comercio exterior generadas por la Superintendencia de Administración Tributaria, estadísticas de comercio exterior del Banco Central y la Dirección General de Aduanas, anuarios estadísticos mineros y reportes de consumo de no energéticos del Balance energético, compilaciones de dependencias del MMARN, y estadísticas nacionales reportadas por la ONE y datos proporcionados por ADOCEM.

En gran parte de las categorías y subcategorías, para la estimación de los datos de actividad se utilizó la fórmula de consumo aparente, ya sea para estimar la producción o consumo de algún producto, según el valor requerido para la estimación de emisiones. Dicha fórmula plantea que el consumo equivale a la suma de la producción y las importaciones menos las exportaciones, y en algunos casos se incorpora un ajuste para la variación de inventarios. En los casos en que se requiere de valores de producción y se cuenta con valores de consumo, se asumió que el producto o insumo consumido fue producido en el mismo año en que se consumió. Asimismo, cuando se requiere valores de consumo y se cuenta con datos de importación, se asumió que el producto fue consumido en el mismo año en que fue importado.

Todos los cálculos del sector se realizaron a través de hojas de trabajo propias del país elaboradas con base en las Directrices del IPCC de 2006 y posterior carga en Software del IPCC v 2.98.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..4** se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI para el 2022.

Tabla 4. 4

Sector IPPU: métodos aplicados por categoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.	Procesos industriales y uso de productos	T1, T2 NE, NO	D, NE NO	NO, NA	NO, NA	T1, NO, NA	D, NO, NA	T1, IE, NO	D, IE, NO	NO	NO	NE, NO	NE, NO
2.A.	Industria de los minerales	T1, T2, NO	D, NO										
2.B.	Industria química	T1, NO	D, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO				
2.C.	Industria de los metales	T1, NO, NE	D, NO, NE	NO, NA	NO, NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D	NA	NA	NA	NA						
2.E.	Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							T1, IE	D, I E	NO	NO		
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NO	NO	T1	D	NO	NO	NO	NO	NE, NO	NE, NO
2.H.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

T1 (IPCC Tier 1), T2 (IPCC Tier 2), D (IPCC por defecto), NA (No Aplica), NE (No Estimado), NO (No Ocurre), IE (Incluido en otra parte)

Para los GEI precursores, se utilizaron los factores de emisión por defecto propuestos en las Guías Metodológicas de EMEP/EEA 2023 y datos de estadísticas nacionales provistas por ONE.

4.3. Industria de los minerales (CRT 2.A)

4.3.11. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En la industria de los minerales se reportan las emisiones de CO₂ provenientes de la transformación química o física de rocas carbonatadas. Cuando se calcinan los minerales se libera CO₂ obteniéndose óxidos metálicos, según la materia prima utilizada en los procesos. En el caso de una transformación química se puede considerar la liberación CO₂ inducida por un ácido, obteniendo también una sal y agua (IPCC, 2006). Esta categoría, se subdivide en cinco subcategorías, siendo estas: *producción de cemento, producción de cal, producción de vidrio, otros usos de los carbonatos en los procesos y otros* (IPCC, 2006).

En República Dominicana se identificaron las siguientes actividades: *producción de cemento, producción de cal; otros usos de carbonatos en los procesos (cerámicas y otros usos de la ceniza de sosa)*.

Para el año 2022 se generaron 2.328,5 kt CO₂ eq en la *industria de los minerales*, representando el 46,1 % de las emisiones del sector *Procesos industriales y uso de productos*. En esta categoría la *producción de cemento* emitió 1.929,3 kt CO₂ eq representando el 82,9 % de la categoría, la *producción de cal* generó 394,8 kt CO₂ eq (17,0 %), y los *otros usos de los carbonatos en los procesos*, a través de la *producción de cerámica* y los *otros usos de la ceniza de sosa*, generaron 4,4 kt CO₂ eq representando 0,2 % de las emisiones.

Desde el año 1998, las emisiones de esta categoría han mostrado en general una tendencia creciente, la cual se observa en todas sus subcategorías. En 1998 se estimaron 292,8 kt CO₂ eq estas emisiones aumentaron hasta 488,0 kt CO₂ eq en 2005 y 1.997,9 kt CO₂ eq en 2015 (crecimiento de 695,2 % desde 1998 y 16,5 % desde 2015) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Esta tendencia hacia el aumento de las emisiones tiene directa relación con la ejecución de proyectos, tanto de infraestructura pública como del sector privado, lo que se traduce en considerables incrementos de la producción de materiales de construcción como lo es el cemento, y mayor producción de Clinker.

Adicionalmente, en el año 2013 se suma un nuevo actor en la producción de cal, con una capacidad de producción que supera la capacidad instalada en años anteriores, aumentando el nivel de actividad del sector. En el año 2012 la *producción de cal* representaba el 1,0 % de las emisiones de la *industria de los minerales*, mientras que en el 2022 pasa a tener una relevancia del 17,0 % en la categoría.

Tabla 4. 5

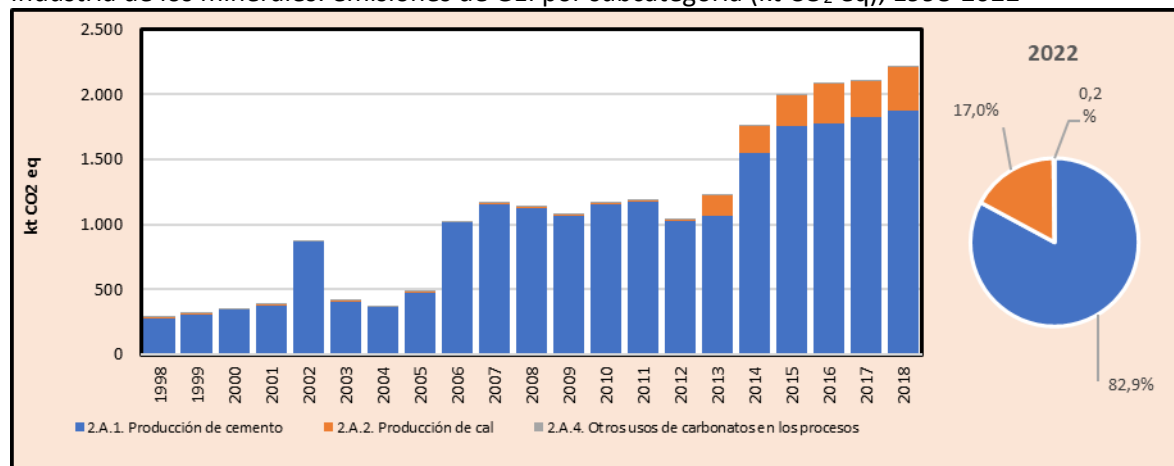
Industria de los minerales: emisiones de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022

<i>Categoría</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
2.A.1. Producción de cemento	280,3	346,0	479,4	1.154,5	1.757,8	1.581,5	1.864,4	1.929,3
2.A.2. Producción de cal	5,6	5,6	4,4	12,3	236,8	363,9	416,0	394,8
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	6,9	6,4	4,2	2,9	3,2	3,2	4,0	4,4
Total	292,8	358,0	488,0	1.169,7	1.997,9	1.948,6	2.284,4	2.328,5

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 3

Industria de los minerales: emisiones de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.3.12. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 1 y Nivel 2 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

El método Nivel 2 se aplicó para estimar las emisiones de CO₂ de la *producción de cemento* a partir de datos actividad a nivel nacional de clinker y utilizando factores de emisión por defecto de *Directrices del IPCC de 2006* y utilizando técnicas de empalme de superposición parcial y datos sustitutos para completar la serie temporal asegurando la coherencia de la misma. Las restantes subcategorías fueron estimadas con método de Nivel 1.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 4. 6

Industria de los minerales: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.A.	Industria de los minerales	T1, T2, NO	D, NO										
2.A.1.	Producción de cemento	T2	D										
2.A.2.	Producción de cal	T1	D										
2.A.3.	Producción de vidrio	NO	NO										
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	T1	D										
2.A.5.	Otros	NO	NO										

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; D = Por defecto; NO = No ocurre

Fuente: elaboración propia

El cálculo de las emisiones para las subcategorías se realizó a través de libros de cálculo elaborados con base en las *Directrices del IPCC de 2006*.

4.3.13. Producción de cemento (2.A.1.)

4.3.13.3. Descripción de la subcategoría

Las emisiones en la *producción de cemento* se generan en la producción de clinker. En este proceso se calcina la piedra caliza, compuesta principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3), obteniéndose cal (CaO) y liberándose el CO_2 . La cal reacciona con óxidos de silicio, hierro y aluminio para formar los minerales del clinker. El cemento puede fabricarse a partir de clinker importado, en este caso la planta se considera libre de emisiones en el proceso industrial (IPCC, 2006). Los demás carbonatos, si aparecen, existen esencialmente como impurezas en la materia prima de la piedra caliza primaria. Como buena práctica, es deseable que haya una pequeña cantidad de MgO (generalmente entre 1 y 2 %) en el proceso de fabricación del clinker, pues actúa como un fundente y beneficia al proceso.

Tal como señala el Volumen 3, sobre Procesos industriales y uso de productos de las Directrices del 2006 del IPCC, en las metodologías para la estimación de las emisiones se consideran sólo las emisiones relacionadas con procesos y no las emisiones relacionadas con la energía. Las emisiones de estas industrias que estén relacionadas con la energía están contabilizadas en el Sector Energía, evitando que haya cálculos dobles de emisiones entre los Sectores Energía e IPPU.

En República Dominicana se produce cemento a partir de clinker producido en el país y de clinker importado en algunos años de la serie.

4.3.13.4. Tendencia de las emisiones de GEI

En el 2022 se generaron 1.929,3 kt CO_2 eq como resultado de la *producción de cemento*, las cuales representan el 82,9 % de las emisiones de la *industria de los minerales*.

Desde 1998 las emisiones en esta subcategoría han mostrado una tendencia global creciente, vinculada a la producción de clinker la cual es propiciada también por la demanda de cemento en el país. En 1998, esta subcategoría generó 280,3 kt CO_2 eq, las emisiones aumentaron a 1.757,8 kt CO_2 eq en 2015 y continuaron aumentando con un crecimiento del 9,8% hasta 2022 (debido al aumento de capacidad de una planta productora) configurando un crecimiento global desde 1998 de 588,5 %.

En los últimos 40 años, la producción de cemento y clinker en la República Dominicana ha crecido constantemente. Particularmente en los años 2005, 2013 y 2014⁸ se dio un aumento significativo en la capacidad de producción de cemento y clinker nacional que se traduce en un aumento de las emisiones en dichos años. Se observa en el año 2020 una disminución en las emisiones debido al efecto de la pandemia de COVID 19 que afectó las actividades del sector. Las actividades se retomaron en 2021 y adicionalmente una planta aumentó su capacidad de producción lo cual se tradujo en una nueva recuperación del sector para el 2022.

⁸ En 2013-2014 existe un aumento significativo en la capacidad producción de cemento debido al comienzo de operación de la cementera Argos Dominicana, la cual aumentó en 550,000 toneladas la capacidad de producción de cemento

4.3.13.5. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *producción de cemento* se aplicó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en los datos de actividad de la producción nacional de clinker. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 4.3.

Producción de cemento: emisiones basadas en los datos sobre producción de clinker (Nivel 2)

$$Emisiones = M_{cl} \times FE_{cl} \times CF_{CKD}$$

Fuente: elaboración propia del Departamento de Ciencia y Métrica de Cambio Climático, DCC-MARN en base a Ecuación 2.2; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones: emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cemento, toneladas de CO₂
- M_{cl}: peso del clinker producido, toneladas
- FE_{cl}: factor de emisión para el clinker, toneladas de CO₂/toneladas de clinker
- CF_{CKD}: factor de corrección para las emisiones de polvo de horno de cemento (CKD, por sus siglas en inglés), sin dimensión.

Para el período 2002-2009 no se cuenta con datos directos de producción de clinker, por lo cual se aplicó una técnica de empalme de *superposición parcial* (Ecuación 5.1 Capítulo 5 Volumen1 *Directrices del IPCC de 2006*) a partir de los valores calculados con Nivel 1 de *producción de cemento* (Ecuación 2.1⁹ Capítulo 2 Volumen 3 *Directrices del IPCC de 2006*) para estimar las emisiones con Nivel 2, asegurando la coherencia de la serie temporal.

Para el período 1998-2001, no se pudieron recolectar datos de importaciones y exportaciones de clinker (necesarios para la estimación utilizada en el periodo 2002-2009), por lo cual se completó la serie temporal mediante la aplicación de la técnica de empalme de *datos sustitutos* (Ecuación 5.2 Capítulo 5 Volumen 1 *Directrices del IPCC de 2006*) a partir de la relación con PIB como dato indicativo del nivel de actividad. Estas técnicas de empalme fueron presentadas y avaladas por la Asociación Dominicana de Productores de Cemento (ADOCEM).

4.3.13.5.1. Datos de actividad específicos

Actualmente, en la República Dominicana el sector cementero está organizado por la Asociación Dominicana de Productores de Cemento (ADOCEM), que es la organización que representa al sector productor de cemento, y la cual agrupa a todos los productores y empresas cementeras del país. Esta cuenta con seis (6) miembros o empresas entre las que se incluyen: Cementos ARGOS, Cemento PANAM, Cemento Santo Domingo, Cementos CIBAO, CEMEX y DOMICEM. La producción de clinker fue proporcionada por ADOCEM agregada a nivel nacional.

Para el presente INGEI, se utilizaron los datos de producción de cemento a nivel nacional para toda la serie temporal, y los datos de producción de Clinker a nivel nacional a partir del año 2010.

La producción de cemento fue tomada de los Boletines Trimestrales publicados por el Banco Central de la República Dominicana para toda la serie temporal.

⁹ Se requieren datos nacionales anuales de producción de cemento, importaciones y exportaciones de clinker.

Para las importaciones y exportaciones de clinker se contó con datos de la Dirección General de Aduanas (desde el 2002) y el PIB del Banco Central de la República Dominicana.

Dado que las industrias del sector han solicitado confidencialidad de sus actividades, se presenta a continuación en la **Tabla 4.7** únicamente el nivel de producción nacional de cemento, datos nacionales que se encuentran públicamente disponibles.

Tabla 4. 7

Producción de cemento: producción nacional de cemento (t), serie 1998-2022

Año	Cemento (t)
1998	1.871.455,00
1999	2.283.290,00
2000	2.505.460,77
2001	2.745.980,49
2002	3.050.429,92
2003	2.783.166,98
2004	2.653.639,00
2005	2.898.379,00
2006	3.706.784,00
2007	4.077.337,00
2008	4.206.612,00
2009	3.852.176,00
2010	4.105.657,00
2011	3.996.502,00
2012	4.129.678,00
2013	4.404.210,00
2014	5.018.313,24
2015	5.180.930,51
2016	5.171.069,41
2017	5.253.659,96
2018	5.429.629,39
2020	5.644.175,54
2021	5.168.969,18
2022	6.562.377,47

Fuente: elaboración propia

4.3.13.5.2. Factores de emisión

Se asume que el clinker contiene un 65 % de CaO, que este proviene en un 100 % del CaCO₃ y que se alcanza un 100 % de calcinación en el horno de acuerdo con los valores por defecto propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.2.1.2; Capítulo 2; Volumen 3). El factor corrector del CKD (CF_{CKD}) también fue tomado por defecto en base a las *Directrices del IPCC de 2006*, resultando en un factor de emisión de 0.52 ton CO₂/ton Clinker (**Tabla 4.8**).

Tabla 4. 8

Producción de cemento: factores de emisión aplicados

Subcategoría/fuente	FE - CO ₂		FE - CH ₄		FE - N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Producción de cemento	0.52	ton CO ₂ /ton clinker	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.2.1.2; Capítulo 2; Volumen 3).**4.3.13.6. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría**

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.3.13.7. Incertidumbres

Se considera la incertidumbre de los datos de actividad a la incertidumbre de los datos de producción nacional de clinker.

Para el dato de producción proporcionado por ADOCEM, si bien es agregado se considera con baja incertidumbre (1,5 % promedio del rango), según las incertidumbres por defecto propuestas en el Cuadro 2.3; Capítulo 2 del Volumen 3, de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para estimar la incertidumbre del factor de emisión, se combinaron mediante propagación de error las incertidumbres por defecto (Cuadro 2.3; Capítulo 2 del Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*) de: la suposición de 65 % de contenido de CaO en clinker (5%), la suposición del 100 % de CaO proviene de carbonatos (2%), suposición de calcinación al 100% (1%), suposición que los carbonatos son 100% CaCO₃ (3%) y la utilización de CKD por defecto (30 %). La **Tabla 4.9** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la *producción de cemento*. La incertidumbre combinada de la subcategoría se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 9

Producción de cemento: incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂	1,5	30,2	30,3

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 3).**4.3.13.8. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1998-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros, fuentes de datos de actividad y se utilizaron técnicas de empalme en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006.

Para la serie 2002-2009 se utilizó la *técnica de superposición parcial* aplicable de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006¹⁰, cuando se introduce un nuevo método (Nivel 2), pero no hay datos disponibles para aplicar el nuevo método a los primeros años de la serie temporal. Las estimaciones de emisiones o de absorciones de los años en los que no se puede usar el nuevo método en forma directa se desarrollan mediante el ajuste proporcional de las estimaciones desarrolladas con el nivel inferior (Nivel 1), basándose en la relación observada durante el periodo de superposición parcial. En este caso se aplicó la ecuación 5.1 del Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006, para estimar las emisiones con Nivel 2, asegurando la coherencia de la serie temporal.

¹⁰ 5.3.3.1. Superposición parcial Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006

Para años previos al 2002, no fue posible contar con datos de importaciones y exportaciones de clinker por lo cual se utilizó una técnica de empalme de *datos sustitutos*.¹¹

El método de datos sustitutos vincula emisiones o absorciones con actividades subyacentes u otros datos indicativos. Se usan los cambios en estos datos para simular la tendencia de las emisiones o absorciones. La estimación debe vincularse a la fuente de datos estadísticos que explica mejor las variaciones de la categoría a través del tiempo. Para este caso se encontró una relación entre 2003-2007 con PIB que fue utilizado como dato sustituto con la ecuación 5.2. del Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006 (se espera a futuro, poder completar los datos de importaciones y exportaciones de la serie temporal de clinker).

Si bien en edición anteriores (1CN,2CN) se realizaron estimaciones de emisiones de la categoría producción de cemento para los años 1990 y 1994, los datos de actividad utilizados para los mismos revisten de una gran incertidumbre en cuanto a la fuente de la información y los supuestos realizados. Es por este motivo que los **valores de emisiones para los años 1990 y 1994 publicados con anterioridad para la producción de cemento no deberían ser considerados en valor absoluto ni relativo (para comparativa)** hasta que puedan ser recalculados.

4.3.13.9. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos enviados por ADOCEM; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones y PIB.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.

¹¹ 5.3.3.2. Datos sustitutos Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006

-
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.
 - Verificación contra estimación de Nivel 1

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave incluyendo representantes de ADOCEM
- Presentación de resultados de la subcategoría a representantes de ADOCEM para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

Como ejercicio de validación se compararon los resultados con los obtenidos en el informe de GIZ, 2018: Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento, Cal y Residuos.

4.3.13.10. Nuevos cálculos

El presente apartado incluye los nuevos cálculos en comparación con el último inventario previamente presentado por República Dominicana en su *Primer Informe Bienal de Actualización* (1BUR) ante la CMNUCC en 2020 para la subcategoría *producción de cemento*.

El principal cambio que justifica la realización de nuevos cálculos fue completar la serie anual 1998-2022, asegurando la coherencia de la misma.

En inventarios anteriores no se presentan serie temporales completas por lo cual solo se compara contra el año 2015 publicado en el 1BUR ([Tabla 4.10](#))

Tabla 4. 10

Nuevos cálculos: comparación entre los balances anuales de la subcategoría *producción de cemento* (kt CO₂ eq)

INGEI	2015	2020	2021	2022
INGEI - anterior	1.758,0			
INGEI - actual	1.757,8	1.581,5	1.864,4	1.929,3
Diferencia	0,2			
Diferencia (%)	0,0%			

Fuente: elaboración propia

4.3.13.11. Plan de mejoramiento específico

Desde el año 2016 a la fecha, la industria local, en conjunto con la Federación Interamericana del Cemento (FICEM) viene trabajando en la elaboración de una “Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono” en la cual tiene como principales objetivos obtener los números correctos asociados a las emisiones de GEI, determinar el potencial de reducción, a través de mecanismos y tecnologías de reducción reconocidas, y la contribución del cemento como el material de construcción más resiliente para las necesidades de adaptación al cambio climático.

El sector cemento de República Dominicana ha asumido un trabajo proactivo en este sentido; alineándose con la industria global del cemento y reconociendo la metodología IPCC, el cual está reflejado en el “Cement CO₂, and Energy Protocol, Version 3.1” desarrollado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en el marco de la Cement Sustainability Initiative (CSI) para el seguimiento de las emisiones de GEI.

Las Directrices del IPCC de 2006 establecen que, si hay datos disponibles, los países pueden referirse al Protocolo del WBCSD para estimar sus emisiones. En particular la metodología B1 y B2 de esta iniciativa se encuentra en línea con las Directrices del IPCC de 2006 y consideran otros factores técnicos específicos que son importantes para la producción de clinker y estimación de emisiones, como ser contribución del MgCO₃ y otros carbonatos, combustión de carbono orgánico, bypass de horno de polvo de cemento entre otros elementos reconocidos en las Directrices del IPCC (algunos tomados por defecto y/o no modelados dependiendo del nivel metodológico). Estimaciones de emisiones de GEI realizadas por ADOCEM dan cuenta que la no consideración de estos elementos en el Nivel 2 de IPCC 2006, conlleva a una subestimación de las emisiones del sector.

Con los antecedentes antes descritos, se establece como mejora específica para la subcategoría el establecimiento de arreglos institucionales con ADOCEM para poder migrar las estimaciones de

emisiones a nivel nacional de esta categoría a un nivel superior, en línea con los trabajos que las empresas ya realizan en el marco del CSI.

Dado que las empresas no cuentan con información para realizar estas estimaciones en toda la serie temporal, será necesario establecer y desarrollar las técnicas de empalme necesarias para estimar las emisiones de la serie temporal de forma coherente en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006. Entre otros, para desarrollar las técnicas de empalme se requeriría: completar la serie mediante Nivel 1 (datos de importaciones y exportaciones de clinker) o Nivel 2 (datos de producción de clinker) para utilizar técnica de superposición parcial y evaluación de datos sustitutos adecuados para completar los primeros años de la serie en caso de ser necesario.

4.3.14. Producción de Cal (2.A.2.)

4.3.14.3. Descripción de la subcategoría

La producción de cal se realiza en una serie de etapas, incluida la extracción de las materias primas, la trituración y el calibrado, la calcinación de las materias primas para producir cal y (si se requiere) la hidratación de la cal para obtener hidróxido de calcio. El óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calentar la piedra caliza para descomponer los carbonatos. Se realiza generalmente en hornos de caña u hornos rotatorios a altas temperaturas y en el proceso se libera CO₂ (IPCC, 2006). En República Dominicana se produce cal a partir de piedra caliza.

4.3.14.4. Tendencia de las emisiones de GEI

Para el año 2022 se generaron 394,8 kt CO₂ eq a partir de la producción de cal, representando 17,0 % de las emisiones de la *industria de los minerales*.

Desde 1998, esta subcategoría se ha incrementado de 5,6 kt CO₂ eq a 236,8 kt CO₂ eq en 2015 y 394,8 kt CO₂ eq en 2022 con un crecimiento de 66,7 % y 6982 % respectivamente.

A partir de 2013 existe un aumento significativo en la capacidad producción de cal debido al comienzo de operación de la compañía BARRICK, la cual aumentó la capacidad de producción de Cal. Actualmente operan dos empresas productoras de cal DOCALSA y BARRICK PVDC.

La producción nacional actual es suficiente para satisfacer el mercado local y exportar excedentes.

4.3.14.5. Aspectos metodológicos

Se utilizó el método de Nivel 1, el cual se basa en la aplicación de un factor de emisión por defecto a los datos nacionales de producción de cal. En el caso de República Dominicana, al contar con información nacional por tipo de cal (calcítica o dolomítica) se estiman las emisiones considerando un factor de emisión por defecto (**Ecuación 4.4**). No se conoce la fracción de cal hidratada, ni el polvo de horno de cal (LKD, por sus siglas en inglés).

Ecuación 4.4.

Producción de cal: emisiones basadas en los datos sobre producción de cal (Nivel 1)

$$Emisiones = \sum M_i \times FE_i$$

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Capítulo 2; Volumen 3).

Donde:

- Emisiones: emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cal, toneladas de CO₂
- M_i: peso de cal producido por tipo i, toneladas
- FE_i: factor de emisión por tipo de cal i, toneladas de CO₂/toneladas de cal

Para años previos al 2006, no se pudieron recolectar datos de producción de cal, por lo cual se completó la serie temporal mediante la aplicación de la técnica de empalme de *datos sustitutos* (Ecuación 5.2 Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC de 2006) a partir de la relación con el volumen la extracción de roca caliza como dato indicativo del nivel de actividad para los años que se dispone información (2003-2006).

Para completar la serie temporal 1998-2002 se analiza la tendencia de la serie, manteniéndose constante en nivel de producción para la estimación de las emisiones.

4.3.14.5.1. Datos de actividad específicos

Los datos de producción de cal son obtenidos de dos industrias productoras de cal en el país, los datos de la empresa Dominicana de Cales S.A. (DOCALSA) fueron proporcionados directamente por la Dirección General de Minería, mientras que los datos de producción de la empresa Barrick PVDC fueron proporcionados directamente por la empresa.

Los datos de producción de DOCALSA están disponibles desde el 2004, ya que para los años anteriores no se cuenta con datos disponibles, mientras que la empresa Barrick PVDC entro al país en el año 2009 e inicio su producción de cal en el 2013, y se cuenta con información a partir de este año.

Los datos del volumen extraído de roca caliza fueron proporcionados por la Dirección General de Minería.

En la **Tabla 4.11** se presenta el total de la producción nacional para toda la serie.

Tabla 4. 11

Producción de cal: producción nacional de cal(t) y volumen de roca caliza, serie 1998-2022

Año	Cal (t)	Roca caliza (m ³)
1998	7.433	
1999	7.433	
2000	7.433	
2001	7.433	
2002	7.433	
2003	8.933	2.592.536
2004	5.425	1.574.465
2005	5.808	1.685.648
2006	9.565	2.775.895
2007	15.543	4.510.885
2008	12.541	4.424.538
2009	15.433	4.602.866
2010	16.410	5.512.381
2011	14.245	5.825.059
2012	14.447	5.803.538
2013	211.166	4.264.467
2014	272.622	4.079.685
2015	315.767	4.240.966
2016	402.861	3.827.184
2017	365.462	4.224.371
2018	446.576	4.684.532
2019	421.648	4.657.841
2020	485.139	2.666.290
2021	554.706	4.306.637
2022	526.412	3.670.330

Fuente: elaboración propia

4.3.14.5.2. Factores de emisión

Para el método de Nivel 1 se aplicaron factores de emisión a las cantidades totales de cal producida por tipo. El factor de emisión se basa en los cocientes estequiométricos ilustrados en el Cuadro 2.4 Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*, que varían según el tipo de cal producida. El cociente estequiométrico representa la cantidad de CO₂ liberada por el carbonato precursor de la cal, se supone que el grado de calcinación alcanzado es del 100 por ciento y que no hay LKD.

Tabla 4. 12

Producción de cal: factores de emisión aplicados

Subcategoría/fuente	FE – CO ₂		FE – CH ₄		FE – N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Producción de cal calcítica	0,75	ton CO ₂ /ton cal	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.4; Capítulo 2; Volumen 3).

4.3.14.6. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.3.14.7. Incertidumbres

Se considera la incertidumbre de los datos de actividad por la aproximación a los datos de producción nacional de cal, según las incertidumbres por defecto propuestas en el Cuadro 2.5 del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado que se realizan diferentes supuestos para la estimación de la producción de cal, se considera que la incertidumbre de los datos de actividad puede ser mayor.

Para la incertidumbre del factor de emisión, se toma la incertidumbre por defecto del Cuadro 2.5 del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. La **Tabla 4.13** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la *producción de cal*. La incertidumbre combinada de la subcategoría se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 13

Producción de cal: incertidumbre combinada.

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.2.	Producción de cal	CO ₂	6,0	2,0	6,3

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.5; Capítulo 2; Volumen 3).

4.3.14.8. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1998-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros, fuentes de datos de actividad y técnicas de empalme en línea con las buenas prácticas de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para años previos al 2006, no fue posible contar con datos de producción de cal por lo cual se utilizó una técnica de empalme de *datos sustitutos*.¹²

El método de datos sustitutos vincula emisiones o absorciones con actividades subyacentes u otros datos indicativos. Se usan los cambios en estos datos para simular la tendencia de las emisiones o absorciones. La estimación debe vincularse a la fuente de datos estadísticos que explica mejor las variaciones de la categoría a través del tiempo. Para este caso se encontró una relación con el volumen de extracción de roca caliza que fue utilizado como dato sustituto para 2003-2006 con la ecuación 5.2. del Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006.

Para años previos al 2002 se analizó la tendencia de la serie para extrapolarla. De acuerdo con las Directrices del IPCC del 2006 cuando no se han preparado estimaciones detalladas para el año de base o para el año más reciente del inventario, puede ser necesario extrapolar a partir de las estimaciones detalladas más cercanas. En función del análisis realizado se decide que hasta no tener mejor información se mantenga el nivel de producción del año 2002 para 1998-2001. Estas técnicas de empalme fueron presentadas y avaladas en los talleres de validación de datos realización en 2023 y 2024.

4.3.14.9. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta subcategoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos de DGM y Barrick PVDC; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

¹² 5.3.3.2. Datos sustitutos Capítulo 5 Volumen 1 Directrices del IPCC del 2006

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave.
- Presentación de resultados para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal.

Como ejercicio de validación se compararon los resultados con los obtenidos en el informe de GIZ, 2018: Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana.

4.3.14.10. Nuevos cálculos

El presente apartado incluye los nuevos cálculos en comparación con el último inventario previamente presentado por República Dominicana en su *Primer Informe Bienal de Actualización* (1BUR) ante la CMNUCC en 2020 para la subcategoría *producción de cal*.

El principal cambio que justifica la realización de nuevos cálculos fue completar la serie anual 1998-2022, asegurando la coherencia de la misma. Se revisaron y validaron los datos de actividad utilizados con actores sectoriales y la ONE.

En inventarios anteriores no se presentan serie temporales completas por lo cual solo se compara contra el año 2015 publicado en el 1BUR (**Tabla 4.14**).

Tabla 4. 14

Nuevos cálculos: comparación entre los balances anuales de la subcategoría *producción de cal* (kt CO₂ eq)

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI - anterior	1.134,5							
INGEI - actual	236,8	302,1	274,1	334,9	316,2	363,9	416,0	394,8
Diferencia	897,7							
Diferencia (%)	79,1%							

Fuente: elaboración propia

La causa de la diferencia se basa en el dato de actividad utilizado en 1BUR, para esta edición, se contó información directa de las empresas productoras, de los reportes que realizan a organismos oficiales. No se cuenta con el archivo del 1BUR lo cual dificultó la comparativa de todos los sectores.

4.3.14.11. Plan de mejoramiento específico

- Establecer acuerdos institucionales con las plantas productoras de cal, con la finalidad de obtener de forma anual los datos de actividad específicos como ser: producción de cal por tipo (calcítica y/o dolomítica), carbonatos y materias primas que ingresan al proceso de calcinación; LKD, para estimar la subcategoría con un Nivel 2.
- Identificar las fuentes de los datos de actividad de 1998-2006 y realizar los esfuerzos necesarios (en caso de que sea pertinente) para continuar asegurando la coherencia de la serie temporal.

4.3.15. Otros usos de los carbonatos en los procesos (2.A.3.)

4.3.15.3. Descripción de la subcategoría

Esta categoría aborda las emisiones asociadas al uso de caliza, dolomita, magnesita y otros carbonatos en procesos que no son analizados individualmente en las guías metodológicas. Se generan emisiones a partir de la transformación química o física de los carbonatos, ya sea a través de la liberación con ácidos, o bien, por medio de la calcinación (IPCC, 2006). En caso de las cerámicas, las emisiones provienen de la calcinación de los carbonatos contenidos en la arcilla durante el proceso de horneado (IPCC, 2006). En República Dominicana se producen cerámicas a partir de la extracción de arcillas.

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* para los inventarios nacionales de GEI la ceniza de soda es utilizada en una variedad de aplicaciones, incluidas la producción de vidrio, de jabones y de detergentes, la desulfuración de gases de combustión por vía húmeda; los productos químicos; la pulpa y el papel y otros productos de consumo común. Tanto la producción como el consumo de la ceniza de soda (incluido el carbonato de sodio, Na_2CO_3) producen la liberación de CO_2 (IPCC, 2006). Puesto que el uso de ceniza de soda para la producción de vidrio es considerado en otra categoría, en esta sección solamente se consideran otros usos. La ceniza de soda utilizada es importada, pues en el país no hay producción de este insumo.

En esta categoría las *Directrices del IPCC de 2006* identifican fuentes provenientes de la producción de magnesita (*producción de magnesita no metalúrgica*), o la sinterización de la dolomita y producción de lanas minerales (*otros*). No se identifica que estas actividades ocurran en República Dominicana.

4.3.15.4. Tendencia de las emisiones de GEI

Para el año 2022 se generaron 4,4 kt CO_2 eq a partir de otros usos de los carbonatos en los procesos, representando 0,1 % de las emisiones de la *industria de los minerales*. Desde el primer año inventariado esta subcategoría su participación en la *industria de los minerales* ha disminuido, pasando de 2,3 % en 1998 a 0,2 % en 2022.

Las emisiones en esta subcategoría han mostrado una tendencia general decreciente, vinculada a la cantidad de *otros usos de la ceniza de soda* y la *producción de cerámicas*. En 1998 se generaron 6,9 kt CO_2 eq, mientras que para 2022 se generaron 4,4 kt CO_2 eq, representando un descenso de 36,6 %, desde 1998 y aun aumento del 35,0 % desde 2015.

De acuerdo con los registros de la Dirección Nacional de Minería la extracción de arcilla para producción de cerámica en el país ha disminuido sistemáticamente hasta el año 2017, año en el cual las concesiones de explotación otorgadas cesaron su operación.

Con respecto al uso de soda, las variaciones se explican por la variación anual de importaciones y exportaciones del país.

4.3.15.5. Aspectos metodológicos

Se utiliza un Nivel 1 considerando que en el país no hay datos disponibles sobre entradas de los carbonatos para los distintos procesos, ni se cuenta con datos sobre el consumo de caliza y dolomita en las distintas categorías de fuente. Para la *producción de cerámicas* se emplea la ecuación 2.14 del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*, que considera por defecto que el 85% de carbonatos presentes en las arcillas son de caliza, y el 15% restante de dolomita.

Ecuación 4.3.

Otros usos de los carbonatos en los procesos: emisiones basadas en la masa de carbonatos consumidos

$$Emisiones = M_c \times (0.85FE_{ls} + 0.15FE_d)$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 2.14; Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones = emisiones de CO₂ provenientes del uso de carbonatos en otros procesos

M_c = peso (masa) total de los carbonatos calcinados

FE_{ls} = factor de emisión a partir del cociente estequiométrico de la caliza

FE_d = factor de emisión a partir del cociente estequiométrico de la dolomita

Para los *otros usos de la ceniza de soda* se adapta la ecuación descrita anteriormente para contar únicamente con el factor de emisión de ceniza de soda (IPCC, 2006).

Dado que se cuenta con información desde año 2004 para las arcillas y desde el 2002 para la ceniza de soda, se utilizaron técnicas de empalme de extrapolación siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006* y en base a la tendencia de la serie para completar el faltante de información.

4.3.15.5.1. Datos de actividad específicos

Para la *producción de cerámicas* se utilizaron los reportes de arcilla extraída para fabricación de cerámica (desde el año 2004) de información estadística publicada por ONE a partir de información proporcionada por la Dirección General de Minería. Estos valores se encuentran compilados en términos volumétricos por lo que fue necesario convertir la información a base básica con la densidad de las arcillas. Para esta primera estimación se tomó un valor de densidad aparente de referencia¹³ de 1,25 g/mL. Se estimó la cantidad de carbonatos utilizados en fabricación de cerámicas asumiendo que las arcillas cuentan con 10 % de carbonatos (IPCC, 2006).

Para los *otros usos de la ceniza de soda* se utilizaron las estadísticas de comercio exterior (importaciones y exportaciones) de Aduanas para el período 2002-2022 validados por ONE. Con esa información fue posible estimar un consumo aparente como equivalente de uso, considerando que en el país no se produce ceniza de soda.

En la **Tabla 4.15** se presentan los datos de actividad nacional utilizados para toda la serie.

¹³ [Valores de densidad masiva para tipos de suelos](#)

Tabla 4. 15

Otros usos de los carbonatos en los procesos: arcilla para cerámica (m³) y ceniza de sosa(t), serie 1998-2022

<i>Año</i>	<i>Arcilla para cerámica (m3)</i>	<i>Ceniza de sosa (t) importación</i>	<i>Ceniza de sosa (t) exportación</i>
1998			
1999			
2000			
2001			
2002		13.971,65	
2003		4.959,38	24,56
2004	53.543,50	11.701,35	120,00
2005	46.050,00	4.833,34	827,69
2006	37.447,50	3.456,00	108,00
2007	41.729,00	11.042,84	980,00
2008	11.107,00	5.383,65	NO
2009	10.346,50	11.464,84	48,99
2010	9.418,00	5.806,07	80,93
2011	8.782,00	7.565,17	NO
2012	7.825,00	7.182,54	14,00
2013	6.225,00	4.124,85	36,00
2014	3.515,00	5.760,38	NO
2015	635,00	7.746,17	0,03
2016	550,00	5.527,04	0,00
2017	NO	7.721,72	NO
2018	NO	7.979,25	36,00
2019	NO	6232,5	0,69
2020	NO	7864,96	114,0
2021	NO	9619,1	56
2022	NO	10626,8	57,8

Fuente: elaboración propia

NO: No Ocurre

4.3.15.5.2. Factores de emisión

En esta subcategoría se utilizan los factores de emisión del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para la *producción de cerámicas* se utilizaron los factores de emisión por defecto para caliza y dolomita del Cuadro 2.1 en la Ecuación 2.14 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para los *otros usos de la ceniza de sosa* se utiliza el factor por defecto proveniente de la relación estequiométrica entre el CO₂ y el carbonato de sodio (Na₂CO₃), según se indica en el Cuadro 2.1 de las *Directrices del IPCC de 2006*. En la **Tabla 4.16** se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 4. 16

Otros usos de los carbonatos en los procesos: factores de emisión aplicados

Subcategoría/fuente	FE – CO ₂		FE – CH ₄		FE – N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Producción de cerámica (caliza)	0.43971	ton CO ₂ /ton carbonato	-	-	-	-
Producción de cerámica (dolomita)	0,47732	ton CO ₂ /ton carbonato	-	-	-	-
Otros usos de la ceniza de sosa (Na ₂ CO ₃)	0,41492	ton CO ₂ /ton Na ₂ CO ₃	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.1; Capítulo 2; Volumen 3).

4.2.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.2.5.4. Incertidumbres

Se considera la incertidumbre de los datos de actividad por la suposición en la atribución de los usos y el contenido y proporción de los carbonatos, según las incertidumbres por defecto propuestas en Sección 2.5.2 del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado que se realizan diferentes supuestos para la estimación de la producción de cerámica y no se conocen los usos de otros carbonatos, se considera que la incertidumbre de los datos de actividad puede ser mayor.

Para la incertidumbre del factor de emisión, se toma la incertidumbre media por defecto de la sección 2.5.2 del Volumen 3, Capítulo 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 4.17 presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para otros usos de los carbonatos en los procesos. La incertidumbre combinada de cada subcategoría se estimó mediante propagación del error.

Tabla 4. 17

Otros usos de los carbonatos en los procesos: incertidumbre combinada.

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.4.a	Producción de cerámica	CO ₂	3,0	4,2	5,2
2.A.4.b	Otros usos de la ceniza de sosa	CO ₂	3,0	4,2	5,2

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.5.2. del Volumen 3, Capítulo 2).

4.2.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1998-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros, fuentes de datos de actividad y técnicas de empalme en línea con las Directrices del IPCC de 2006.

Cuando no se cuenta con datos de actividad para los primeros años del inventario, se realizaron extrapolaciones a partir de las estimaciones detalladas más cercanas.

Para la *producción de cerámica*, se estableció una correlación lineal en las emisiones que fue extrapolada para 1998-2003.

Para el *uso de ceniza de sosa* en base a la tendencia observada, se estimó el promedio del consumo aparente del últimos 5 años y dicho valor fue utilizado para la serie 1998-2001.

Las técnicas de empalme fueron avaladas en los talleres de validación de datos por los actores sectoriales.

4.2.5.6. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos enviados.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

4.2.5.7. Nuevos cálculos

Dado que es la primera edición en la cual se estima esta subcategoría no es posible realizar una comparativa contra valores de inventarios anteriores.

4.2.5.8. Plan de mejoramiento específico

- Identificar fuentes de información para la recopilación de datos de actividad de la *producción de cerámica* y ceniza de sosa desde 1998.
- Identificar todos los *usos de la ceniza de sosa* en el país, de forma de atribuir las emisiones en el lugar o proceso donde se originen.

4.3. Industria química (CRT 2.B)

4.3.1. Descripción de la categoría

La categoría Industria química incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos inorgánicos y orgánicos para los cuales la experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial o nacional de GEI.

Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- 2.B.1. Producción de amoníaco.
- 2.B.2. Producción de ácido nítrico.
- 2.B.3. Producción de ácido adípico.
- 2.B.4. Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico
- 2.B.5. Producción de carburo
- 2.B.6. Producción de dióxido de titano
- 2.B.7. Producción de ceniza de sosa
- 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo

En el contexto nacional, esta categoría incluye únicamente las emisiones de CO₂ provenientes del uso de carburo importado y contempladas de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 en la categoría 2.B.5 Producción de carburo. No se registran en el país otras actividades de la producción para esta categoría.

4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

Para el año 2022 se generaron 0,6 kt CO₂ eq a partir del uso de carburo, representando menos del 0,1 % de las emisiones del sector IPPU.

Las emisiones en esta categoría varían en función de las importaciones nacionales de carburo de sodio. En 1998 se generaron 0,4 kt CO₂ eq y en el año 2015 se produjeron 0,6 kt CO₂ eq, representando un aumento de 3,8 % en las emisiones al 2022.

Se observa en la serie una disminución en la serie en el año 2006, debida a una baja en las importaciones de carburo de calcio para ese año.

Tabla 4. 18

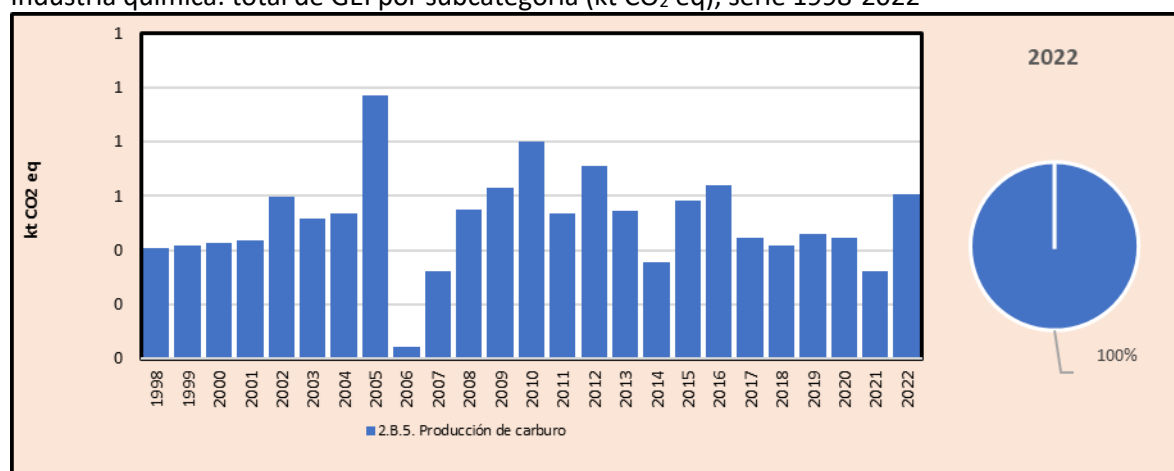
Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.B.5. Producción de carburo	0,4	0,4	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,6
Total	0,4	0,4	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,6

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 4

Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.3.3. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En República Dominicana no se produce carburo de sodio, pero si se importa para su utilización. Para estimar las emisiones por el uso del carburo de sodio se utiliza la ecuación 3.11 del Capítulo 3; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 4.4.

Otros usos de los carbonatos en los procesos: emisiones basadas en la masa de carbonatos consumidos

$$Emisiones = AD \times FE$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 3.13; Capítulo 3; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones = emisiones de CO₂ provenientes del uso de carburo

AD = toneladas de carburo utilizado

FE = factor de emisión para el uso de carburo (t CO₂/t)

Dado que se cuenta con información de estadísticas de comercio exterior desde el 2002, se utilizaron técnicas de empalme de extrapolación siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006* y en base a la tendencia de la serie para completar el faltante de información.

4.3.3.1.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Se utilizaron las estadísticas de comercio exterior (importaciones y exportaciones) de Aduanas con validación de ONE, para el período 2002-2022. Con esa información fue posible estimar un consumo aparente como equivalente de uso, considerando que en el país no se producen carburos.

Tabla 4. 19

Industria química: datos de actividad (unidad del dato de actividad), serie 1998-2022

<i>Año</i>	<i>Carburo (t) importación</i>	<i>Carburo (t) exportación</i>
1998		
1999		
2000		
2001		
2002	562,78	21,40
2003	480,12	11,21
2004	489,34	1,26
2005	886,69	2,83
2006	40,73	NO
2007	290,96	NO
2008	501,94	0,57
2009	583,07	11,27
2010	726,29	NO
2011	488,76	1,14
2012	645,87	NO
2013	493,50	NO
2014	323,96	NO
2015	530,56	NO
2016	579,42	NO
2017	409,81	4,85
2018	386,11	6,50
2019	420,11	2,22
2020	443,42	37,63
2021	293,67	0
2022	562,55	11,60

Fuente: elaboración propia

4.3.3.1.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En esta subcategoría se utilizan los factores de emisión del Capítulo 3; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para el uso de carburo se utilizó el factor de emisión por defecto del Cuadro 3.8 en la Ecuación 3.11 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 4.20).

Tabla 4. 20

Industria química: factores de emisión aplicados

Subcategoría/fuente	FE – CO ₂		FE – CH ₄		FE – N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Uso del producto	1,100	ton CO ₂ /ton carburo	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.8; Capítulo 2; Volumen 3).**4.3.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría**

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.3.5. Incertidumbre específica de la categoría

Se considera la incertidumbre de los datos de actividad por incertidumbre de las estadísticas nacionales, según las incertidumbres por defecto propuestas en Sección 3.6.3 del Capítulo 3; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado que no se conocen en profundidad los usos de carburo en el país que generan GEI esta incertidumbre podría ser mayor.

Para la incertidumbre del factor de emisión, se toma la incertidumbre media por defecto de la sección 3.6.3 del Capítulo 3, Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 4.21 presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la industria química. La incertidumbre combinada se estimó mediante propagación del error.

Tabla 4. 21

Industria química: incertidumbre combinada.

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.B.5	Producción de carburo	CO ₂	5,0	10,0	11,2

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (3.6.3 del Capítulo 3, Volumen 3).

4.3.6. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1998-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros, fuentes de datos de actividad y técnicas de empalme en línea con las *Directrices del IPCC de 2006*.

Cuando no se cuenta con datos de actividad para los primeros años del inventario, se realizaron extrapolaciones a partir de las estimaciones detalladas más cercanas.

Para el uso de carburo, se estableció una correlación lineal que fue extrapolada para 1998-2001.

4.3.7. Actividades de GCCV de la categoría

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las *Directrices IPCC 2006*.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

- Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones
- Taller de validación de datos y resultados de emisiones

4.3.8. Nuevos cálculos de la categoría

Dado que es la primera edición en la cual se estima esta subcategoría no es posible realizar una comparativa contra valores de inventarios anteriores

4.3.9. Plan de mejoramiento específico de la categoría

- Identificar fuentes de información para la recopilación de datos de actividad desde 1998.
- Identificar todos los *usos de carburo* en el país, de forma de atribuir las emisiones en el lugar o proceso donde se originen.

4.4. Industria de los metales (CRT 2.C)

4.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones de GEI que resultan de la producción de los metales. En estos procesos, se generan emisiones de CO₂, las cuales pueden estar asociadas a los agentes reductores que contienen carbono. Esta categoría se divide en siete subcategorías: *producción de hierro* y acero, producción de ferroaleaciones, producción de aluminio, producción de magnesio, producción de plomo, producción de cinc y otros. Se identifica que en República Dominicana solamente ocurren las subcategorías, producción de ferroaleaciones (FeNi), producción de cinc y producción de plomo. Esta última subcategoría, no fue estimada por falta de datos de actividad. La Producción de ferroaleaciones (2C2) se considera la más significativa a nivel de emisiones de CO₂ debido a la producción de ferroníquel en el país. Por otro lado, las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cinc (2C6) se empezaron a estimar a partir del 2015, que fue el año donde se empezó a realizar producción de este material. Es la primera vez que las emisiones de esta subcategoría se incluyen en el inventario de República Dominicana.

En la *industria de los metales* para el año 2022 se generaron 325,3 kt CO₂ eq, representando 6,3 % del total de emisiones de GEI en el sector *Procesos industriales y uso de productos*. La *producción de ferroaleaciones* generó en 2022, 315,9 kt CO₂ eq que representa el 97,1 % de la categoría, mientras que la *producción de cinc* representa en emisiones de GEI el 2,9 % de la categoría (9,4 kt CO₂ eq). (Tabla 4.22)

Desde el año 1998, las emisiones de esta categoría han mostrado una tendencia variable en la serie temporal, producto de la variación del nivel de actividad del sector, partiendo de 264,6 kt CO₂ eq emitidas en 1998.

Durante 2008 y 2009 no ocurrieron en el país actividades de producción de ferroaleaciones asociadas a esta categoría. En 2014 y 2015 nuevamente no se registran actividades de la producción en este sector. La producción de Cinc comienza en el país a partir de 2015.

A partir del 2016 la industria de los metales ha crecido de forma consistente en la serie para alcanzar en 2022 las 325,3 kt CO₂ eq emitidas.

El aumento de último período se debe al aumento en la actividad de producción de ferroníquel y a la introducción de la producción de Cinc en el país en el año 2015 (Tabla 4.22 Figura 4.5).

Tabla 4. 22

Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

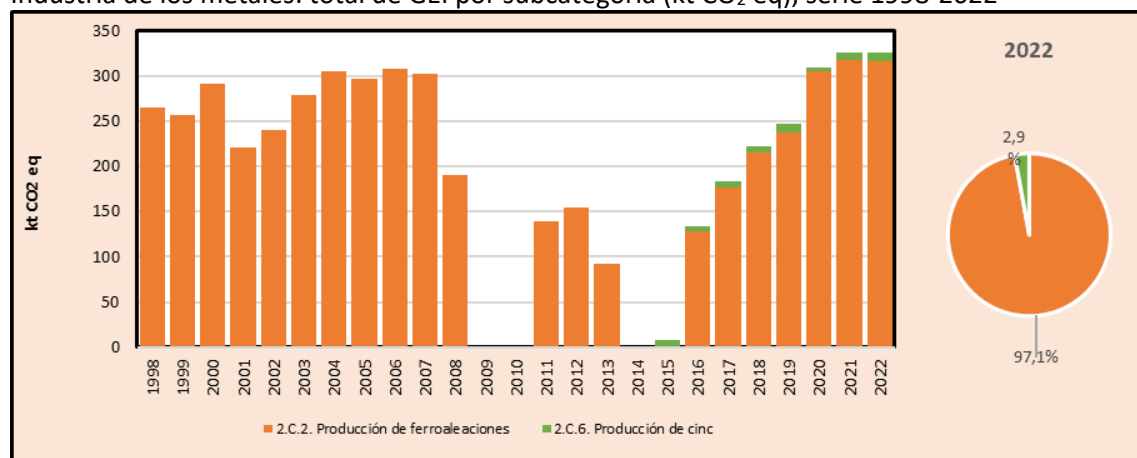
Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.C.1. Producción de hierro y acero	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	264,6	291,1	297,0	NO	NO	304,7	316,8	315,9
2.C.3. Producción de aluminio	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4. Producción de magnesio	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.5. Producción de plomo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C.6. Producción de cinc	NO	NO	NO	NO	8,0	4,1	8,4	9,4
2.C.7. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	264,6	291,1	297,0	NO	8,0	308,8	325,2	325,3

Fuente: elaboración propia

NE (No Estimado), NO (No Ocurre)

Figura 4. 5

Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Se ha empleado un Nivel 1 en las dos subcategorías en las que se cuenta con datos de actividad (*producción de ferroaleaciones y producción de cinc*), mientras que se utiliza factores de emisión por defecto. En la **Tabla 4.23**, se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 4. 23

Industria de los metales: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.C.	Industria de los metales	T1, NO, NE	D, NO, NE	NO, NA	NO, NA					NO	NO	NO	NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	NO	NO	NO	NO								
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	T1	D	NA	NA								
2.C.3.	Producción de aluminio	NO	NO							NO	NO		
2.C.4.	Producción de magnesio	NO	NO									NO	NO
2.C.5.	Producción de plomo	NE	NE										
2.C.6.	Producción de cinc	T1	D										
2.C.7.	Otros (especificar)												

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: elaboración propia

4.4.3. Producción de hierro y acero (2.C.1.)

No se registra producción de hierro y acero en el país en el período de reporte.

4.4.4. Producción de ferroaleaciones (2.C.2.)

4.4.4.1. Descripción de la subcategoría

Las ferroaleaciones son aleaciones del hierro con uno o más metales de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, la producción de ferroaleaciones emplea un proceso de reducción de los metales en el que se generan emisiones significativas de CO₂ (IPCC, 2006). La producción de ferroaleaciones en la República Dominicana está representada por la producción de ferroníquel. Esta es llevada a cabo por la empresa minera Falconbridge Dominicana (FALCONDO), cuya mina ha estado en funcionamiento desde 1971.

4.4.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2022 las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 315,9 kt CO₂eq (97,1% del total de *industria de los metales*), aumentando en un 19,4 % desde 1998. Las variaciones y disminuciones de las emisiones desde 1998 se debe a la merma en la producción de ferroníquel en varios años de la serie temporal, incluso no ocurriendo producción en algunos años (2009, 2010, 2014, 2015).

4.4.4.3. Aspectos metodológicos

Para esta categoría se emplea el Nivel 1, pues no se cuenta con datos nacionales por materiales de proceso, ni se dispone de datos relacionados con el agente reductor o con las corrientes de salida. Por lo tanto, siguiendo el árbol de decisión de la Figura 4.9, Capítulo 4, Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*, se utiliza un nivel 1. Se utiliza la ecuación 4.15, del Capítulo 4, Volumen 3 de las directrices mencionadas. Esta ecuación plantea la estimación de emisiones de CO₂ a partir de la cantidad de producción de cada tipo de ferroaleación (MP_i) y un factor de emisión (EF_i) para cada proceso. En el caso de República Dominicana, la producción de Ferroníquel (FeNi) corresponde al dato de actividad (MP) y se utiliza el factor de emisión para dicha ferroaleación (EF).

Ecuación 4.5.

Producción de ferroaleaciones: emisiones basadas en la cantidad de ferroaleación producida

$$E = \sum_i (MP_i \times EF_i)$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 4.15; Capítulo 4; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

E = emisiones de CO₂ provenientes de la producción de ferroaleaciones

MP_i = peso (masa) de ferroaleación de tipo i, toneladas

EF_i = factor de emisión para el tipo de ferroaleación de tipo i, toneladas de CO₂/toneladas de ferroaleación

4.4.4.3.1. Datos de actividad específicos

Los datos de actividad se estimaron a partir de las estadísticas oficiales publicadas por el Banco Central.

En la **Tabla 4.24** se presenta el total de la producción nacional utilizado para la serie.

Tabla 4. 24

Producción de ferroaleaciones: producción nacional de FeNi (t), serie 1998-2022

Año	FeNi (t)
1998	65892
1999	63758
2000	72488
2001	54784
2002	59629
2003	69545
2004	75764
2005	73962
2006	76659
2007	75067
2008	47408
2009	0
2010	0
2011	34576
2012	38433
2013	23132
2014	0
2015	0
2016	31824
2017	43919
2018	53697
2019	59211
2020	75888
2021	78887
2022	78664

NO: no ocurre.

Fuente: elaboración propia.

4.4.4.3.2. Factores de emisión

Se utiliza el factor de emisión publicado en la EFDB (Emission Factor Database, por sus siglas en inglés) del IPCC ID 221611, para la producción de ferroníquel.

Tabla 4. 25

Producción ferroaleaciones: factores de emisión aplicados

Subcategoría/fuente	FE – CO ₂		FE – CH ₄		FE – N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Producción de ferroaleaciones (FeNi)	4,0158	ton CO ₂ /ton FeNi	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

4.4.4.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.4.4.5. Incertidumbre

Tanto para el dato de actividad como para el factor de emisión se considera la incertidumbre planteada en el Cuadro 4.9 del Volumen 3, Capítulo 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La **Tabla 4.26** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la *producción de ferroaleaciones*. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 26

Producción de ferroaleaciones: incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂	5.0 %	5.0 %	25. %	25.0 %	25.5 %	25.5 %

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.9. Capítulo 4; Volumen 3).

4.4.4.6. Consistencia de la serie temporal

Esta subcategoría es consistente considerando que se estima utilizando a lo largo de la serie temporal la misma metodología, fuente de información para el dato de actividad, así como el factor de emisión.

4.4.4.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las *Directrices IPCC 2006*.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

El desarrollo de la garantía de la Calidad (GC) de esta subcategoría ha sido responsabilidad del grupo de trabajo realizado con los representantes de los distintos sectores, Dirección General de Minería y Banco Central; los cuales han estado implicados en el abastecimiento, análisis, elección, utilización, procedimiento, recolección, almacenamiento, procesamiento y referencia para realizar el perfil de los datos e informaciones. Las actividades realizadas para garantizar el proceso de estimación de las emisiones se han elaborado basados en: datos, herramientas de cálculo, unidades y cifras, referencias, clasificadores y procesos metodológicos.

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos enviados.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación

4.4.4.8. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no ocurrió en año 2010 y 2015, únicos años estimados en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.4.4.9. Plan de mejoramiento específico

- Establecer acuerdos con las empresas productoras para disponer de información a nivel nacional del tipo de tecnología utilizada y datos de nivel superior (como ser entradas de carbono agentes reductores).
- Hacer una verificación con los datos publicados en los Boletines del Banco Central y los que tiene la Dirección General de Minería.

4.4.5. Producción de aluminio (2.C.3.)

En esta sección se reportan las emisiones que se generan por la producción primaria de aluminio. No se registra producción de aluminio en el país en el período de reporte.

4.4.6. Producción de magnesio (2.C.4.)

En esta sección se reportan las emisiones generadas por el uso de las materias primas utilizadas en la producción de magnesio metálico primario o por el uso de gases para evitar la oxidación del magnesio fundido. Este tipo de industrias no se encuentran en el país.

4.4.7. Producción de plomo (2.C.5.)

En esta sección se reportan las emisiones generadas en la producción de plomo, las cuales pueden darse en un proceso primario de sinterización y/o fundición, o en un proceso secundario para en el que el plomo es fundido y preparado para su reutilización.

En República Dominicana se entiende que existen actividades de transformación secundaria de plomo; sin embargo, no se compila información ni estadísticas respecto a este proceso, y las fuentes primarias son de carácter privado.

Debido a que no se lograra tener información suficiente esta subcategoría se reporta como no estimada.

Para poder estimar esta categoría, se propone que el MMARN establezca acuerdos con las empresas procesadoras de plomo que permitan obtener información del proceso y los datos de actividad necesarios para estimar las emisiones, como ser, la cantidad de plomo que es preparado para su reutilización, o bien, los contenidos de carbono utilizados en los procesos de fundición.

4.4.8. Producción de cinc (2.C.6.)

4.4.8.1. Descripción de la subcategoría

Existen tres tipos de producción primaria de cinc. El primer método es un proceso metalúrgico llamado destilación electro-térmica. Se lo emplea para combinar el concentrado tostado y los productos secundarios de cinc en un sinterizado de alimentación que se quema para eliminar cinc, haluros, cadmio y otras impurezas. El sinterizado resultante, rico en óxido de cinc, se combina con el coque metalúrgico en un horno eléctrico de retorta que reduce los óxidos de cinc y produce cinc vaporizado que se captura en un condensador al vacío. La reacción de reducción produce la liberación de emisiones no energéticas de dióxido de carbono (CO₂). El proceso de destilación electrotérmica se emplea en los Estados Unidos y en el Japón (IPCC, 2006).

El segundo método de producción de cinc es el proceso pirometalúrgico que implica el uso de un horno Imperial Smelting Furnace, el cual permite el tratamiento simultáneo del cinc y de los concentrados de cinc. El proceso resulta en la producción simultánea de plomo y de cinc y en la liberación de emisiones no energéticas de CO₂ (IPCC, 2006).

El tercer método de producción de cinc es el proceso electrolítico, que corresponde a una técnica hidrometalúrgica. En este proceso se calcina sulfuro de cinc, lo que produce óxido de cinc. El óxido de cinc se filtra luego en ácido sulfúrico y se purifica para eliminar las impurezas de hierro, cobre y cadmio. Seguidamente, se extrae el cinc de la solución mediante electrólisis. El proceso electrolítico no produce emisiones no energéticas de CO₂ (IPCC, 2006).

La producción de cinc en República Dominicana es llevada a cabo en la mina Cerro de Maimón, operada por la Cooperación Minera Dominicana S.A. (CORMIDOM), esta mina ha estado en funcionamiento desde 2008, mientras que la producción de cinc inició en el año 2015. No se dispone de información del método de producción.

4.4.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2022 las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 9,4 kt CO₂eq (2,9% del total de *industria de los metales*), aumentando en un 17,8 % desde 2015. La tendencia en la variación de las emisiones se debe a la variación del nivel de la actividad de sector, manteniéndose en la serie en un medio aproximado de 7 kt CO₂eq.

4.4.8.3. Aspectos metodológicos

Para esta categoría se emplea el Nivel 1, pues no se cuenta con datos nacionales por materiales de proceso, ni se dispone de datos relacionados con el agente reductor o con las corrientes de salida. Por lo tanto, siguiendo el árbol de decisión de la Figura 4.16, Capítulo 4, Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*, se utiliza un nivel 1. Se utiliza la ecuación 4.33, del Capítulo 4, Volumen 3 de las directrices mencionadas. Esta ecuación plantea la estimación de emisiones de CO₂ a partir de la cantidad de producción de Cinc (Zn) y un factor de emisión (EF) por defecto.

Ecuación 4.5.

Producción de ferroaleaciones: emisiones basadas en la cantidad de ferroaleación producida

$$E = \sum_i (Zn \times EF)$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 4.15; Capítulo 4; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

E = emisiones de CO₂ provenientes de la producción de ferroaleaciones

Zn= peso (masa) de Cinc, toneladas

EF_i = factor de emisión, toneladas de CO₂/toneladas de ferroaleación

4.4.8.3.1. Datos de actividad específicos

Los datos de actividad se estimaron a partir de las estadísticas publicadas por el Banco Central.

Los datos de actividad para esta subcategoría fueron proporcionados directamente por la Dirección General de Minería a través de una solicitud realizada por el Departamento de Métrica y Transparencia del Cambio Climático, de la Dirección de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ya que los datos publicados en los Boletines Trimestrales del Banco Central solo se refieren a la exportación total de cinc en millones de dólares.

Como se muestra en la Tabla 3.13 la producción de cinc inició a partir del año 2015, debido a que se añadió un circuito de flotación de cinc en ese año para producir concentrado de cinc y plata ¹⁴por lo que para los años anteriores de la serie temporal no hay estimaciones de producción para esta subcategoría.

En la **Tabla 4.27** se presenta el total de la producción nacional utilizado para la serie.

Tabla 4. 27

Producción de Cinc: producción nacional de Zn (t), serie 1998-2022

Año	Zn (t)
1998	NO
1999	NO
2000	NO
2001	NO
2002	NO
2003	NO
2004	NO
2005	NO
2006	NO
2007	NO
2008	NO
2009	NO
2010	NO
2011	NO
2012	NO
2013	NO
2014	NO
2015	4655,0

¹⁴ https://www.researchgate.net/publication/331970976_La_Industria_Minera_Dominicana_en_2018

Año	Zn (t)
2016	3636
2017	3920
2018	4038
2019	5527
2020	2361
2021	4896
2022	5485

NO: no ocurre.

Fuente: elaboración propia.

4.4.8.3.2. Factores de emisión

De acuerdo con las Directrices IPCC 2006 (Sección 4.7.2.2, Capítulo 4, Volumen 3), existen factores de emisión por defecto para cada proceso de la producción de cinc, ya sea producción primaria o secundaria. El factor de emisión utilizado para el cálculo de emisiones de esta subcategoría fue tomado del cuadro 4.24, sección 4.7.2.2, Capítulo 4, Volumen 3, de las Directrices IPCC 2006, y corresponde al factor por defecto (toneladas de CO₂/ tonelada de cinc), este factor por defecto se basa en una ponderación de factores de emisión conocidos (60% Imperial Smelting, 40% WaelzKiln). Se utilizó este factor de emisión debido a que no se conoce el tipo de proceso empleado en el país para la producción de cinc.

Tabla 4. 28

Producción de Cinc: factor de emisión aplicado

Subcategoría/fuente	FE – CO ₂		FE – CH ₄		FE – N ₂ O	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Producción de Cinc (Zni)	1,72	ton CO ₂ /ton Zn	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.24. Capítulo 4; Volumen 3).

4.4.8.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.4.8.5. Incertidumbre

Tanto para el dato de actividad como para el factor de emisión por defecto se considera la incertidumbre planteada en el Cuadro 4.25 del Volumen 3, Capítulo 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La **Tabla 4.29** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la *producción de cinc*. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 29

Producción de cinc: incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.C.6	Producción de cinc	CO ₂	10	50	51

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.25. Capítulo 4; Volumen 3).

4.4.8.6. Consistencia de la serie temporal

Esta subcategoría es consistente considerando que se estima utilizando a lo largo de la serie temporal la misma metodología, fuente de información para el dato de actividad, así como el factor de emisión.

Para la subcategoría *producción de cinc* se aplicó el método de Nivel 1, y los DA se obtuvieron directamente de la Dirección General de Minería, para toda la serie temporal. Debido a que la producción de cinc en el país inició en el año 2015, para los años anteriores se utilizó la clave de notación NO.

4.4.8.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

El desarrollo de la garantía de la Calidad (GC) de esta subcategoría ha sido responsabilidad del grupo de trabajo realizado con los representantes de los distintos sectores, Dirección General de Minería y Banco Central; los cuales han estado implicados en el abastecimiento, análisis, elección, utilización, procedimiento, recolección, almacenamiento, procesamiento y referencia para realizar el perfil de los datos e informaciones. Las actividades realizadas para garantizar el proceso de estimación de las emisiones se han elaborado basados en: datos, herramientas de cálculo, unidades y cifras, referencias, clasificadores y procesos metodológicos.

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos enviados.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

-
- Taller de validación de datos
 - Presentación de resultados de la subcategoría para validación

4.4.8.8. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no fue estimada en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.4.8.9. Plan de mejoramiento específico

- Establecer acuerdos con la empresa productora para disponer de información del tipo de tecnología utilizada y datos de nivel superior (como ser entradas de carbono agentes reductores)
- Hacer una verificación con los datos publicados en los Boletines del Banco Central y los que tiene la Dirección General de Minería.

4.4.9. Otros (2.C.7.)

En esta categoría se reportan las emisiones que se generan en las industrias que producen metales, pero que no pueden ser incluidas en las categorías anteriores. En República Dominicana no se tiene no se registran otras industrias.

4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D)

4.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Dentro de esta categoría se reportan las emisiones generadas por los usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, exceptuando la combustión con fines energéticos y por su uso como sustancia de alimentación a procesos o como agente reductor. Esto incluye productos considerados como lubricantes, las ceras de parafina, el alquitrán y/o el asfalto y los solventes. Esta categoría se divide en cuatro subcategorías: *uso de lubricantes*, *uso de la cera de la parafina*, *uso de solventes* y *otros*. Para las categorías *uso de lubricantes* y *uso de la cera de la parafina*, se generan emisiones de CO₂, mientras que para la categoría *uso de solventes* y *otros*, se generan emisiones de compuestos orgánicos distintos del metano (COVDM). En República Dominicana se identifican actividades en las cuatro subcategorías. De estas, se estiman en el presente inventario las emisiones de CO₂ provenientes del *uso de lubricantes* y *uso de la cera de la parafina*.

Para el año 2022 se generaron 34,5 kt CO₂ eq a partir del *uso no energético de combustibles y solventes*, representando el 0,7 % del total de emisiones de GEI en el sector *Procesos industriales y uso de productos*. El *uso de lubricantes* generó 26,3 kt CO₂ eq, representando 76,2 % de las emisiones de la categoría. Por otro lado, el uso de cera de la parafina generó 8,2 kt CO₂ eq representando 23,8 % de las emisiones de la categoría.

Desde el año 1998, las emisiones de GEI esta categoría han mostrado una tendencia estable. De 32,4 kt CO₂ eq que se generaron en 1998, estas aumentaron a 33,6 kt CO₂ eq en 2015 y aumentaron levemente a 34,5 kt CO₂ eq en 2022, representando un aumento de 6,6 % desde 1998 y un aumento de 2,5 % desde 2015. (Tabla 4.30 y Figura 4.6).

Tabla 4. 30

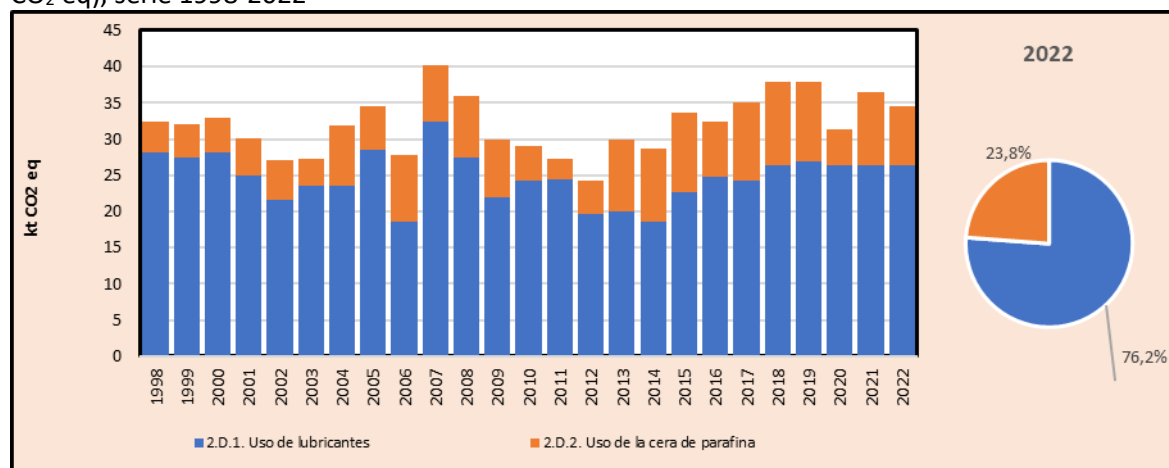
Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.D.1. Uso de lubricantes	28,2	28,1	28,5	24,3	22,7	26,3	26,3	26,3
2.D.2. Uso de la cera de parafina	4,2	4,9	6,1	4,8	10,9	5,0	10,1	8,2
2.D.3. Uso de solventes								
2.D.4. Otros								
Total	32,4	33,0	34,6	29,1	33,6	31,3	36,4	34,5

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 6

Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 1 para todas las subcategorías, usando datos de actividades nacionales y factores de emisión por defecto de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. El uso de solventes derivados del petróleo y del carbón no constituye una fuente de emisión de gases de efecto invernadero, o es, a lo sumo, insignificante de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, siendo solo las emisiones de COVDM y de GEI indirecto relevantes para esta subcategoría. En la **Tabla 4.31** se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 4. 31

Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: métodos aplicados por subcategoría.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D										
2.D.1.	Uso de lubricantes	T1	D										
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	T1	D										
2.D.3.	Uso de solventes												
2.D.4.	Otros (especificar)												

T1 = Nivel 1; D = Por defecto

Fuente: elaboración propia

4.5.3. Uso de lubricantes (2.D.1.)

4.5.3.1. Descripción de la subcategoría

En esta categoría se incluyen las emisiones de CO₂ generadas por el uso de lubricantes y grasas sin fines energéticos, especialmente en la industria y el transporte (IPCC, 2006). Los aceites y lubricantes utilizados tanto en la industria como en el transporte son derivados del petróleo y están compuestos por carbono. Durante su uso, parte del carbono de los lubricantes se oxida, generando emisiones de CO₂ (IPCC, 2006).

4.5.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En el año 2022 se generaron 26,3 kt CO₂ eq a partir del *uso de lubricantes*, las cuales representan el 76,2 % de las emisiones por *uso no energético de combustibles y solventes*.

Desde 1998 se observa una disminución en las emisiones de la subcategoría del 6,7 % hasta 2022, en 2007 se registra el máximo de emisiones de 32,5 kt CO₂ eq con valores establecidos en la serie. La variación de las emisiones de la subcategoría responde a variaciones propias del consumo aparente de lubricantes en el país.

4.5.3.3. Aspectos metodológicos

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *uso de lubricantes* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en aplicar un factor de emisión para el CO₂ a los datos de la cantidad de lubricantes que se consumen en el país.

Para el cálculo se utilizó la Ecuación 5.2 del Capítulo 5; de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para esto se requiere conocer en unidades energéticas la cantidad de lubricantes que se consumen (LC), y el factor de emisión se compone a partir del contenido medio de carbono en los lubricantes (CC), su factor de oxidación (ODU) y la relación estequiométrica entre el CO₂ y el carbono.

Ecuación 4.6.

Uso de lubricantes: estimación de emisiones de CO₂ (Nivel 1)

$$Emisiones = LC \times CC_{Lubricantes} \times ODU_{Lubricantes} \times 44/12$$

Fuente: elaboración propia en base a la ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

Emisiones = emisiones de CO₂ provenientes del uso de lubricantes

LC = Consumo total de lubricantes en el país, TJ

CC = Contenido medio de carbono en los lubricantes, Gg C/TJ

ODU = factor de oxidación de los lubricantes, fracción

4.5.3.4. Datos de actividad específicos de la categoría

La fuente de datos de actividad utilizada fue estadística publicada en el Balance Nacional de Energía Neta (BNEN) para datos de actividad de *uso de lubricantes* del presente INGEI. El BNEN es publicado por la Comisión Nacional de Energía y está expresado en unidades propias y energéticas.

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *uso de lubricantes* se utilizaron datos sobre el consumo de lubricantes a nivel nacional (en unidades propias kTep, que fueron llevadas a unidades

de inventario TJ) y un factor de emisión por defecto referido a un factor de oxidación durante el uso (ODU) y el contenido de carbono de los lubricantes.

En la **Tabla 4.32** se presenta el total de la producción nacional para toda la serie.

Tabla 4. 32

Uso de lubricantes: consumo aparente de lubricantes (t), serie 1998-2022

<i>Año</i>	<i>Lubricantes (ktep)</i>
1998	46
1999	45
2000	46
2001	41
2002	35
2003	38
2004	38
2005	46
2006	30
2007	53
2008	45
2009	36
2010	40
2011	40
2012	32
2013	33
2014	30
2015	37
2016	40
2017	39
2018	43
2019	44
2020	37
2021	43
2022	52

Fuente: elaboración propia

4.5.3.5. Factores de emisión

El factor de emisión de CO₂ se compone de un factor de contenido de carbono específico multiplicado por el factor ODU. Para esta subcategoría se utilizaron factores por defecto, de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. Los valores usados se muestran en la **Tabla 4.33**.

El factor de emisión se compone de un factor de contenido de carbono específico (tonelada de C/TJ) multiplicado por el factor ODU. Una multiplicación adicional por 44/12 (el cociente de masa del CO₂/C) proporciona el factor de emisión (expresado en tonelada de CO₂/TJ).

Debido a que en el país solo se dispone de datos sobre el consumo total de lubricantes (es decir, no hay datos separados para las grasas y los aceites), para el método de Nivel 1 se emplea el promedio ponderado de los factores ODU, en su conjunto, como valor por defecto. Suponiendo que el 90% de la masa de los lubricantes corresponde a los aceites y que el 10% corresponde a las grasas, al aplicar

esta ponderación a los factores ODU para aceites y grasas se obtiene el factor ODU general (redondeado), de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 4. 33

Uso de lubricantes: factores de emisión

Parámetro	Valor
Contenido de carbono (t C/TJ) (*)	20,0
Factor ODU (fracción) (**)	0,2

Fuente: elaboración en base a (*) Cuadro 1.3; Capítulo 1; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006 (**) Cuadro 5.2; Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*

4.5.3.6. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.5.3.7. Incertidumbre

Para la incertidumbre del dato de actividad se consideró el valor medio de incertidumbre propuesto en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.2.3.2, Capítulo 5 del Volumen 3)

Para la incertidumbre del factor de emisión se combinaron mediante propagación de error las incertidumbres del contenido de carbono y el factor ODU, propuesto por defecto en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.2.3.1, Capítulo 5 del Volumen 3).

La mayor fuente de incertidumbre del *uso de lubricantes* está relacionada a que los factores ODU por defecto desarrollados son muy inciertos, pues están basados en un conocimiento limitado de los índices de oxidación típicas de los lubricantes. El dictamen de los expertos sugiere que se utilice una incertidumbre por defecto de 50 %, un ± 3 % relacionado con los coeficientes de contenido de carbono y de 10 a 20 % para la incertidumbre relacionada con la dificultad para determinar la cantidad de productos no energéticos utilizados en los países individuales; basándose en el juicio de expertos sobre la exactitud de las estadísticas energéticas no tan desarrolladas.

La **Tabla 4.34** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para el *uso de lubricantes*. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 34

Uso de lubricantes: resumen de la incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.D.2.	Uso de lubricantes	CO ₂	15,0	50,1	52,3

Fuente: elaboración propia

4.5.3.8. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros y fuente de datos de actividad.

Para el Uso de lubricantes esta se aplicó el método de Nivel 1 para toda la serie temporal, y se tomaron del Balance Nacional de Energía Neto (BNEN), el cual reporta el uso de lubricantes para todos los años de la serie temporal.

4.5.3.9. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos del BNEN; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados

4.5.3.10. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no fue estimada en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.5.3.11. Plan de mejoramiento específico

- Realizar un estudio específico que permita identificar las proporciones de lubricantes que son utilizadas para fines no energéticos.
- Mejorar los datos de BNEN de forma que se pueda aspirar a desagregar el consumo de lubricantes por tipo. Para esto debe acordarse con la Comisión Nacional de Energía que se mejore la captura de los datos que se utilizan para estimar esta categoría.
- Desagregar en el BNEN el uso de Otros no Energéticos, de forma que se puedan identificar cuáles son esos otros lubricantes no energéticos, para que se puedan incluir en los próximos inventarios.
- Realizar una verificación cruzada con el sector Energía para evitar doble conteos.

4.5.4. Uso de la cera de parafina (2.D.2.)

4.5.4.1. Descripción de la subcategoría

En esta categoría se consideran las emisiones de CO₂ del uso de vaselina, ceras de la parafina y otras ceras derivadas del petróleo (IPCC, 2006). Durante su uso, una fracción del carbono contenido en estas ceras se oxida, generándose la emisión de CO₂ (IPCC, 2006).

4.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En el año 2022 se generaron 8,2 kt CO₂ eq a partir del *uso de la cera de parafina*, representando el 23,8 % de las emisiones por *uso no energético de combustibles y solventes*.

Desde 1998, las emisiones en esta subcategoría han mostrado una tendencia variable, predominando un descenso, vinculado al consumo de las distintas ceras de la parafina. En 1998, se generaron 4,2 kt CO₂ eq en esta subcategoría, 10,9 kt CO₂ eq en el 2015.

4.5.4.3. Aspectos metodológicos

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *uso de la cera de parafina* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para el cálculo de emisiones se utilizó la Ecuación 5.4 del Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para esto se requiere conocer en unidades energéticas la cantidad de cera de parafina que se consume (*PW*), y el factor de emisión se compone a partir del contenido de carbono de dicha la cera (*CC*), su factor de oxidación (*ODU*) y la relación estequiométrica entre el CO₂ y el carbono.

Ecuación 4.7.

Uso de la cera de parafina: estimación de emisiones de CO₂ (Nivel 1)

$$Emisiones = PW \times CC_{cera} \times ODU_{cera} \times 44/12$$

Fuente: elaboración propia en base a la ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones = emisiones de CO₂ provenientes del uso ceras de la parafina

PW = Consumo total de cera de parafina en el país, TJ

CC = Contenido medio de carbono en la cera de parafina, Gg C/TJ

ODU = factor de oxidación de la cera de parafina, fracción

Dado que se cuenta con información de estadísticas de comercio exterior desde el 2002, se utilizaron técnicas de empalme de extrapolación siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006* y en base a la tendencia de la serie para completar el faltante de información.

4.5.4.3.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Para el período 2002-2022 se obtuvieron estadísticas de la Dirección Nacional de Aduanas acerca de operaciones de comercio exterior de ceras de parafina (importados y exportados) para estimar el consumo aparente del período, validados por ONE

Para el período 1998-2001 se realiza una retropolación de la serie de datos antes descrita.

Los datos se obtienen en unidades de peso y transforman a valores energéticos utilizando un PCI de 0,046 TJ/ton como valor de referencia.

En la **Tabla 4.35** se presenta el total de la producción nacional para toda la serie.

Tabla 4. 35

Uso de la cera de parafina: consumo aparente de cera de parafina (t), serie 1998-2022

<i>Año</i>	<i>Cera de parafina (t)</i>
1998	6202
1999	6733
2000	7245
2001	7738
2002	8035
2003	5597
2004	12292
2005	9064
2006	13736
2007	11340
2008	12454
2009	11776
2010	7102
2011	4257
2012	7017
2013	14585
2014	14999
2015	16177
2016	11266
2017	15961
2018	17037
2019	16361
2020	7380
2021	15009
2022	12167

Fuente: elaboración propia

4.5.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de CO₂ se compone de un factor de contenido de carbono específico multiplicado por el factor ODU. Para esta subcategoría se utilizaron factores por defecto, de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. Los valores usados se muestran en la **Tabla 4.36**.

Tabla 4. 36

Uso de las ceras de parafina: factores de emisión

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
Contenido de carbono (t C/TJ) (*)	20,0
Factor ODU (fracción) (**)	0,2

Fuente: elaboración propia en base a (*) Cuadro 1.3; Capítulo 1; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006 (**) Cuadro 5.2; Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*

4.5.4.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.5.4.5. Incertidumbre

Para la incertidumbre del dato de actividad se consideró el valor medio de incertidumbre propuesto en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.3.3.2, Capítulo 5 del Volumen 3)

Para la incertidumbre del factor de emisión se combinaron mediante propagación de error las incertidumbres del contenido de carbono y el factor ODU, propuesto por defecto en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.3.3.1, Capítulo 5 del Volumen 3).

La **Tabla 4.37** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para el *uso de lubricantes*. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 37

Uso de la cera de parafina: resumen de la incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO ₂	15,0	100,1	100,2

Fuente: elaboración propia

4.5.4.6. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros. Con respecto a los datos de actividad para el período 2002-2022 se obtuvieron estadísticas de cera de parafina de Aduanas.

4.5.4.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos de actividad; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones y PIB.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

4.5.4.8. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no fue estimada en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.5.4.9. Plan de mejoramiento específico

- Relevar información acerca del consumo de parafina entre 1998-2001.

4.5.5. Uso de solventes (4.D.3.)

El uso de solventes fabricados a partir de combustibles fósiles genera emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM), precursores de gases de efecto invernadero que luego continúan oxidándose en la atmósfera. Los solventes son utilizados en la fabricación y aplicación de pinturas y en la eliminación de grasas o proceso de lavado en seco (IPCC, 2006)

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, esta subcategoría debe considerarse aparte y constituye una fuente importante de COVDM. No se consideran emisiones de GEI directos.

Se estiman las emisiones de COVDM en base a las Guías EMEP/EEA 2023, se producen en 2022 31,3 kt de COVDM aumentando un 87 % desde 1998.

4.5.6. Otros (4.D.4.)

Esta subcategoría incluye las emisiones generadas en el uso de asfalto que no provienen de procesos de combustión. En la aplicación de asfalto para techos o carreteras se generan emisiones de CO, COVDM y SO₂. Se estiman las emisiones de COVDM de aplicación de asfalto en base a las Guías EMEP/EEA 2023, se estiman para 2022 la generación de 2,1 kt de COVDM, con aumento de más de 90 % en la serie temporal.

4.6. Industria electrónica (CRT 2.E)

En esta categoría se reportan las emisiones provenientes de los procesos de fabricación de la electrónica avanzada donde se utilizan compuestos fluorados (CF) para realizar patrones de circuitos mediante decapado por plasma, para limpiar las cámaras de reacción y para controlar la temperatura, como la fabricación de semiconductores, pantallas planas a transistores de película delgada y dispositivos fotovoltaicos. Esta categoría no ocurre en República Dominicana

4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F)

4.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* incluye las emisiones de los gases fluorados HFC y, en una medida muy limitada, los PFC que sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Las subcategorías incluidas son:

- 2.F.1 Refrigeración y aire acondicionado.
- 2.F.2. Agentes espumantes.
- 2.F.3. Protección contra incendios.
- 2.F.4. Aerosoles.
- 2.F.5. Solventes.

Dado que no se cuenta con información del consumo de HFC desagregado por subcategoría, el consumo aparente total por sustancia se utilizó para estimar las emisiones de *refrigeración y aire acondicionado* (principal uso documentado en República Dominicana), asumiendo que quedarían incluidas en esa subcategoría, las emisiones de otras aplicaciones. Se incluye en el plan de mejora, la necesidad de relevar todas las aplicaciones de HFC a nivel nacional.

No se registran en el país importaciones o uso de PFC.

Para el año 2022 se generaron 2.360,1 kt CO₂ eq a partir del *uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, representando el 46,7 % del sector *Procesos industriales y uso de productos*. El 100% de las emisiones es asignado a la subcategoría *refrigeración y aire acondicionado*, asumiendo que las restantes subcategorías podrían quedar contempladas en dicha subcategoría (IE) por falta de información desagregada. Esta categoría ha incrementado su participación porcentual desde su introducción reportada el año 2004 en el que representó menos del 0,1 % del total del hasta alcanzar el 46,7 % de emisiones del sector en 2022.

Desde el año 2015, las emisiones de esta categoría han mostrado una tendencia creciente. De 975,5 kt CO₂ eq que se generaron en 2015, estas aumentaron a 2.360,1 kt CO₂ eq en 2022, un crecimiento de 141,9 %. (Tabla 4.38 y Figura 4.7)

Tabla 4. 38

Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

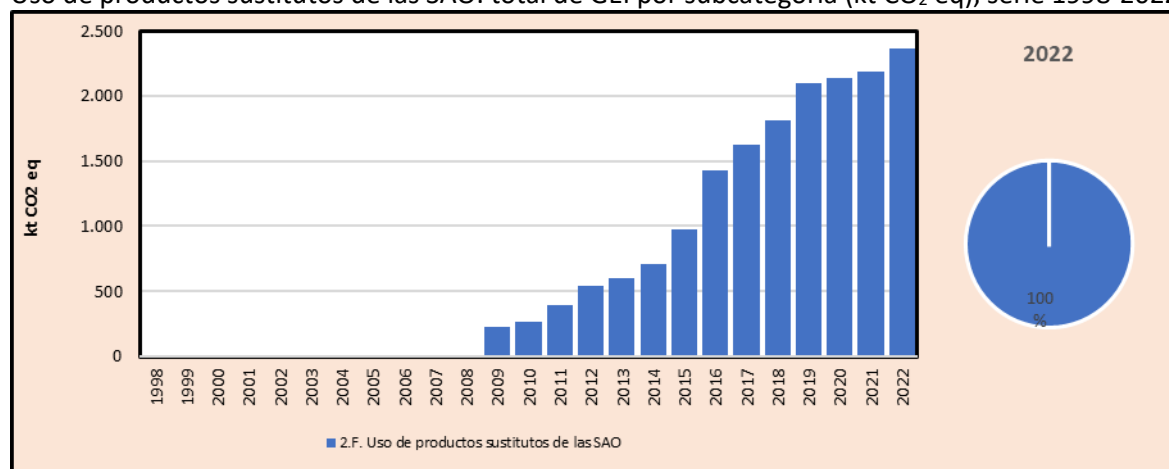
Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	NO	0,2	263,3	975,5	2.136,0	2.188,7	2.360,1
2.F.2. Agentes espumantes	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.F.3. Protección contra incendios	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.F.4. Aerosoles	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Total	NO	NO	0,2	377,8	1.258,6	1.750,5	1.943,5	2.096,7

NO: No Ocurre IE: Incluido en otro lugar

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 7

Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

En República Dominicana se han registrado emisiones de HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a. En 2022, las emisiones se debieron fundamentalmente al uso del HFC-134a (43,3 %) y del HFC-125 (30,6 %) (Tabla 4.39 y Figura 4.8).

Tabla 4. 39

Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

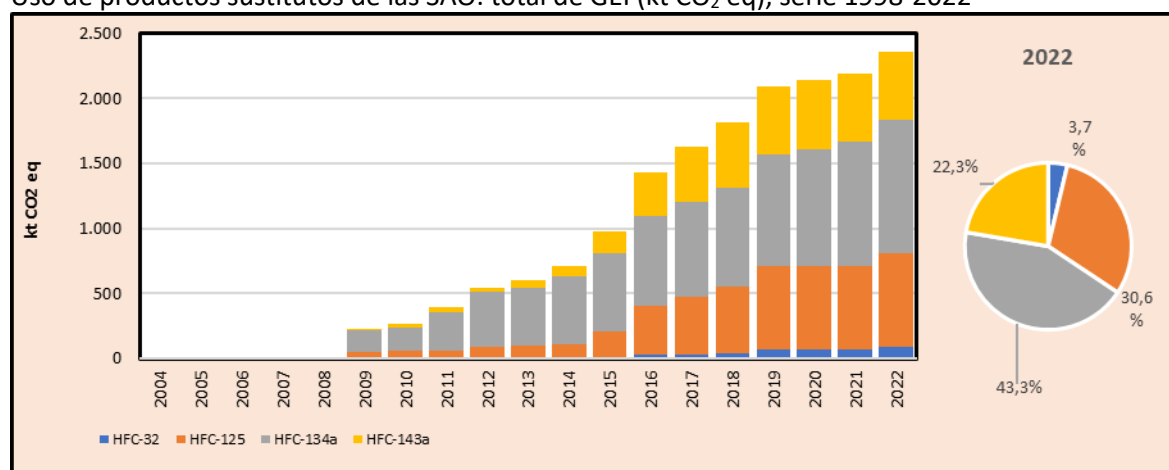
Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
HFC-32	NO	NO	NO	0,049	11,1	69,6	70,8	87,9
HFC-125	NO	NO	NO	55,6	197,9	644,3	644,3	723,0
HFC-134a	NO	NO	0,2	183,3	595,8	895,7	947,3	1.022,9
HFC-143a	NO	NO	NO	24,3	170,6	526,3	526,3	526,3
Total	NO	NO	0,2	263,3	975,5	2.136,0	2.188,7	2.360,1

Fuente: elaboración propia

NO: No Ocurre

Figura 4. 8

Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de emisiones en esta categoría se siguió el Nivel 1a, que consiste en la utilización de factores de emisión por defecto utilizando el Software de inventarios del IPCC v 2.98 para la estimación de emisiones de GEI (**Tabla 4.40**). Dado que no se cuenta con información de importaciones desagregadas por subcategoría se asume que cualquier otra aplicación que ocurra en el país es incluida en las emisiones de *refrigeración y aire acondicionado*.

Tabla 4. 40

Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							T1a, IE	D, IE	NO	NO		
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado							IE	IE	NO	NO		
2.F.2. Agentes espumantes							IE	IE				
2.F.3. Protección contra incendios							IE	IE	NO	NO		
2.F.4. Aerosoles							IE	IE				
2.F.5. Solventes							IE	IE	NO	NO		
2.F.6. Otras aplicaciones (especificar)							IE	IE	NO	NO		

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NO = No ocurre

Fuente: elaboración propia

4.7.3. Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.)

4.7.3.1. Descripción de la subcategoría

Los sistemas de refrigeración y aire acondicionado se clasifican de acuerdo con los usuarios dentro de los que se pueden encontrar (IPCC,2006):

- Refrigeración comercial: utilizan sistemas para el almacenamiento y exhibición de alimentos y bebidas en supermercados, tiendas, restaurantes y hoteles.
- Refrigeración doméstica: refrigeradores, congeladores y equipos mixtos.
- Refrigeración industrial: refrigeración de comida y bebidas, agroindustria, pesca, farmacéuticas, petroquímicas, aeropuertos y sistemas de calefacción.
- Transporte refrigerado: camiones, remolques, contenedores y refrigeración sobre barcos
- Aire acondicionado fijo: sistemas *Split* pequeños, aires acondicionados de gran tamaño, enfriadores de agua, bombas de calor. Estos se utilizan en una diversidad de espacios como centros comerciales, oficinas y áreas de atención al cliente, entre otras.
- Aire acondicionado móvil: sistemas de aire en los medios de transporte terrestres.

Todas estas aplicaciones almacenan el gas refrigerante por lo que las emisiones ocurren por fugas durante su uso, y luego en mantenciones los equipos se vuelven a llenar. También ocurren emisiones al final de la vida útil de los equipos en que generalmente el refrigerante remanente es liberado a la atmósfera.

El uso de compuestos fluorados es abastecido en un 100 % por importaciones desde el año 2004, ya que dichos compuestos no se producen en República Dominicana.

4.7.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En el año 2022 se generaron 2.360,1 kt CO₂ eq en esta subcategoría, representando en 100% de las emisiones de la categoría *uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*. Desde el año 2005 ésta ha tenido la totalidad de participación en las emisiones de la categoría ya que no se estiman el resto de las subcategorías por separado.

Desde el año 2015, las emisiones de esta categoría han mostrado una tendencia creciente aumentando un 142 % hasta 2022. Desde su introducción en 2004 las emisiones aumentaron 5 órdenes de magnitud. Estos crecimientos se deben principalmente al incremento en el uso de HFC para servicios y aplicaciones relacionadas al aire acondicionado y refrigeración. Dado que no se pudo desagregar el consumo por aplicación, estas emisiones incluyen además otras aplicaciones de los HFC en el país.

4.7.3.3. Aspectos metodológicos

Se ha utilizado un Nivel 1a de acuerdo con lo planteado en el Volumen 3, Capítulo 7 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Los datos de la actividad para el Nivel 1a consisten en datos sobre el consumo anual de una sustancia química en el caso de las aplicaciones que presentan emisiones retardadas y que generan bancos de ese producto como en la *refrigeración y aire acondicionado*. Una vez que se han establecido los datos de la actividad se aplican los factores compuestos de emisión que correspondan (IPCC, 2006). El consumo se estima según la siguiente ecuación:

Ecuación 4.8.

Refrigeración y aire acondicionado: balance de masa para la estimación de consumo de HFC

$$\text{Consumo} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación} - \text{Destrucción}$$

Fuente: elaboración propia del Departamento de Ciencia y Métrica de Cambio Climático, DCC-MARN en base a la Ecuación 7.1; Capítulo 7, Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Cabe destacar que no existe producción ni eliminación de HFC a nivel nacional.

Los bancos corresponden a la cantidad de sustancias químicas que se han acumulado a lo largo del ciclo de vida útil, pero que no ha sido emitida al término del año más reciente. Los bancos pueden estimarse según las *Directrices del IPCC de 2006*, mediante algoritmos e hipótesis simples, siempre y cuando se conozca el consumo neto histórico para cada año posterior a la introducción de la sustancia, o bien, si este periodo sobrepasa el tiempo de vida útil promedio del producto o equipo, el consumo neto durante ese tiempo de vida útil promedio.

Para dar cuenta de las emisiones durante la vida útil de los productos o equipos, los factores de emisión pertinentes de la aplicación se aplican entonces a los bancos. Se consideran, además, las emisiones por liberación de gases al momento del retiro de los equipos.

Lo anterior queda representado por la ecuación siguiente:

Ecuación 4.9.

Refrigeración y aire acondicionado: estimación de emisiones de gases fluorados (Nivel 1a)

$$\text{Emisiones} = \text{Banco} \cdot \text{EF}_B + \text{RRL}$$

Fuente: elaboración propia del Departamento de Ciencia y Métrica de Cambio Climático, DCC-MARN en base a Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones: emisiones totales de cada gas fluorado en el año t , toneladas.
- Banco: banco total del gas fluorado.
- EF_B : factor de emisión para el gas fluorado en banco t , fracción.
- RRL: liberación o pérdida durante la recuperación (RRL, del inglés, Recovery Release or Loss): emisiones de agente durante la recuperación, el reciclado o la eliminación, en el momento del retiro de los equipos existentes en el año t , toneladas

4.7.3.3.1. Datos de actividad específicos

Se utilizaron datos de comercio exterior previamente procesados por PRONAOZ del 2015-2022. Los mismos no se encuentran desagregados por actividad por lo cual se incluyen todas las subcategorías en *refrigeración y aire acondicionado*.

Adicionalmente se contó con información de importaciones proveniente de Aduanas y procesada por ONE. De dicha fuente se tomaron datos para los inicios de la serie 2004-2014.

En la **Tabla 4.41** se presenta los compuestos que contienen HFC importados en la serie temporal

Tabla 4. 41

Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: importaciones de compuestos que contienen HFC (t), serie 1998-2022

Sustancia	2004	2006	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
R-134A	1	34,44	767,132	247,092	727,648	868,915	439,789	737,01	1.059.444	1.314.885	1.019.361	1.005.605	1.509.279	1.224.738	1.097.411	1.729.770
R-404A			22,497	41,542	39,347	6,59	62,531	91,435	1.055.930	1.974.879	1.403.737	1.434.129	943.929	376.042	574.514	789.080
R-410A			15,781	10,697	33,744	30,556	50,709	73,997	432.593	816.630	383.056	479.916	1.348.943	470.543	363.726	1.127.087
R-407C			1,149	1,1	3,741	1,018		2,787	30.510	57.473	-	9.401	16.958	7.415	6.208	17.186
R-427									7.142	-	-	-	-	-	372.569	-
R-507A									7.572	-	-	-	95.640	-	20.324	32.244
R-507C			3,694	1,36	1,348	2,549	1,388	0,52	2.876	8.499	56.424	45.241	-	11.662	-	-
R-438 (MO-99)									2.332	-	-	9.239	4.665	3.080	3.057	15.390
R-422D- A									-	-	-	-	-	-	1.414	1.239
R-422A (MO-79)			121			87	33		2.514	-	-	4.274	2.452	-	283	-
R-49									1.805	-	-	-	-	-	-	-
R-125									-	-	-	-	-	-	1.155	-
R-32									-	-	-	-	-	-	3.672	-
R-452A (XP44)									1.070	-	-	-	471	-	-	1.942

Fuente: elaboración propia

Las mezclas de HFC se desagregan por sustancia individual (según IPCC), la composición estimada de las mezclas de HFC en República Dominicana se presentan en la **Tabla 4.42**

Tabla 4. 42

Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: composición de las mezclas que contienen HFC (%)

	<i>HFC-410A</i>	<i>HFC-404A</i>	<i>HFC-422A</i>	<i>HFC-507A</i>	<i>HFC-407C</i>	<i>HFC-427</i>	<i>HFC-438</i>	<i>HFC-422D</i>	<i>HFC-452A</i>
HFC-32	50				23	15	8,5		11
HFC-125	50	44	85,1	50	25	25	44,2	65,1	59
HFC-134a		4	11,5	50	52	50	1,7	31,5	
HFC-143a		52				10			
Otros (no HFC)			3,4				46	3	30

Fuente: elaboración propia

Con los datos de importaciones de mezclas de HFC y su composición y agregado las importaciones de HFC puros, se estimaron las importaciones por sustancias desde su año de introducción al país (Tabla 4.43)

Tabla 4. 43

Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: importaciones de HFC (t), serie 1998-2022

Año	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a
2004			1,0	
2005				
2006			34,4	
2007				
2008				
2009	0,3	115,0	782,5	13,5
2010	0,3	19,2	249,3	22,3
2011	0,9	18,9	731,2	21,1
2012	0,2	78,5	879,7	4,7
2013		56,3	446,1	33,2
2014	0,7	41,6	742,1	47,8
2015	108,2	230,3	763,1	141,7
2016	203,1	426,6	956,5	263,2
2017	91,8	258,1	727,2	195,0
2018	116,5	287,2	720,8	197,2
2019	325,	445,1	1070,2	137,16
2020	113,78	158,37	862,49	51,69
2021	114,17	199,86	862,39	96,15
2022	272,87	368,76	1222,96	108,68

Fuente: elaboración propia

4.7.3.3.2. Factores de emisión

Se seleccionan los factores de emisión en base a las recomendaciones por defecto del Capítulo 7 del Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Se considera para las estimaciones a nivel nacional una vida útil de los equipos de 15 años y que no se realiza destrucción de las sustancias (Tabla 4.44).

Tabla 4. 44

Refrigeración y aire acondicionado: parámetros utilizados para la estimación de emisiones

HFC	Año de introducción	Vida útil (años)	Factor de emisión (%)	Destrucción (%)
HFC-32	2009	15	15,0	0,0
HFC-125	2009	15	15,0	0,0
HFC-134a	2004	15	15,0	0,0
HFC-143a	2009	15	15,0	0,0

Fuente: elaboración propia

4.7.3.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.7.3.5. Incertidumbres

La principal incertidumbre en los datos de actividad de esta categoría está asociadas a la suposición que todo el HFC importado es utilizado para *refrigeración y aire acondicionado*, por lo que se puede esperar que haya una sobreestimación de esta subcategoría. Se espera en futuras ediciones realizar los esfuerzos necesarios para poder desagregar, cuando corresponda, el consumo en otras aplicaciones y subaplicaciones.

Para la incertidumbre del factor de emisión se estimó promediando los intervalos de confianza de los rangos propuestos en las diferentes subaplicaciones presentadas en el Cuadro 7.9 del Capítulo 7, Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La **Tabla 4.45** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para *refrigeración y aire acondicionado*. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 45

Refrigeración y aire acondicionado: resumen de la incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	87,68	68,52	111,28

Fuente: elaboración propia

4.7.3.6. Consistencia de la serie temporal

La serie de datos para esta subcategoría se genera a partir de estadísticas de consumo de HFC PRONAOZ. Para los años previos a 2015 se utilizaron estadísticas de comercio exterior provistas por Aduanas y compiladas por ONE. Para los años 2015-2022 se cuenta con información de ambas fuentes y se observa que la tendencia se mantiene entre ambas series de datos. Será necesario en futuras ediciones profundizar en los criterios y desagregación de datos en aplicaciones y sub aplicaciones.

La metodología y parámetros utilizados se mantienen a lo largo de la serie temporal.

4.7.3.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las *Directrices IPCC 2006*.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos de actividad; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.

-
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
 - Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
 - Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

Como ejercicio de validación se compararon los resultados con los obtenidos en el informe Estudio sobre el Consumo de Hidrofluorocarbonos (HFC) en la República Dominicana (2016) PNUD.

4.7.3.8. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no fue estimada en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.7.3.9. Plan de mejoramiento específico

- Realizar un estudio específico que permita identificar los diferentes uso y aplicaciones de los HFC en el país, de forma que permita estimar las subcategorías y aplicaciones de forma separada con Nivel 2.
- Verificar los supuestos de vida útil de los equipos y otros parámetros nacionales.
- Revisar y profundizar sobre el inventario histórico sobre el uso de HFC que se han utilizado en República Dominicana, sus años de ingreso al mercado y mecanismos de retiro. Esta actividad podría lograrse a través de coordinación con ONE, Dirección Nacional de Aduanas y PRONAOZ.

4.7.4. Agentes espumantes (2.F.2.)

En esta subcategoría se reportan las emisiones provenientes del uso de Hidrofluorocarbonos (HFC) para sustituir Clorofluorocarbonos (CFC) e Hidrofluorocarbonos (HCFC) en espumas. Estas suelen ser utilizadas ya sea como aislantes térmicos o como material de colchón en muebles (IPCC, 2006).

Dado que no se cuenta con información de desagregada de los HFC por aplicación, y que se han importado HFC que podrían ser utilizados como agentes espumantes, se asume que las emisiones de esta subcategoría podrían estar comprendidas en *refrigeración y aire acondicionado*.

Para estimar esta subcategoría se propone realizar un estudio específico a través ONE, Dirección Nacional de Aduanas y PRONAOZ, en el que se identifique los usos específicos de cada HFC que se importa al país.

4.7.5. Protección contra incendios (2.F.3.)

En esta subcategoría se reportan las emisiones provenientes del uso de Hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC) para sustituir halones en los equipos de protección contra incendios. Estos gases se están utilizando en equipos fijos para la protección contra incendios (IPCC, 2006).

Dado que no se cuenta con información de desagregada de los HFC por aplicación, y que se han importado HFC que podrían ser utilizados en extintores, se asume que las emisiones de esta subcategoría podrían estar comprendidas en *refrigeración y aire acondicionado*.

Para estimar esta subcategoría se propone realizar un estudio específico a través ONE, Dirección Nacional de Aduanas y PRONAOZ, en el que se identifique los usos específicos de cada HFC que se importa al país. Específicamente revisar las importaciones de HFC 227ea (no figura en estadísticas provistas por ONE, pero puede estar siendo importado precargado en equipos de extinción de fuego).

4.7.6. Aerosoles (2.F.4.)

En esta subcategoría se reportan las emisiones provenientes del uso de Hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC) utilizados como propulsores para productos de higiene personal o de uso médico (IPCC, 2006).

Dado que no se cuenta con información de desagregada de los HFC por aplicación, y que se han importado HFC que podrían ser utilizados como aerosoles, se asume que las emisiones de esta subcategoría podrían estar comprendidas en *refrigeración y aire acondicionado*.

Para estimar esta subcategoría se propone realizar un estudio específico a través ONE, Dirección Nacional de Aduanas y PRONAOZ, en el que se identifique los usos específicos de cada sustancia que se importa al país.

Además, se propone el establecimiento de acuerdos institucionales con las empresas farmacéuticas distribuidoras de inhaladores de uso médico que utilizan este tipo de gases como propelentes, según se describe en las *Directrices del IPCC de 2006*.

4.7.7. Solventes (2.F.5.)

En esta subcategoría se reportan las emisiones provenientes del uso de Hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC) utilizados como solventes en sustancias como rociadores en productos industriales o para productos de uso doméstico (IPCC, 2006).

Dado que no se cuenta con información de desagregada de los HFC por aplicación, y que se han importado HFC que podrían ser utilizados como solventes, se asume que las emisiones de esta subcategoría podrían estar comprendidas en *refrigeración y aire acondicionado*.

Para esta subcategoría se propone verificar la ocurrencia de esta categoría con arreglos institucionales y a través ONE, Dirección Nacional de Aduanas y PRONAOZ.

4.7.8. Otras aplicaciones (2.F.6.)

En esta subcategoría se reportan las emisiones de HFC y PFC en aplicaciones distintas a las descritas en las secciones anteriores (IPCC, 2006).

Para esta subcategoría se propone verificar la ocurrencia de otras aplicaciones realizando un estudio específico, en el que se identifique los usos específicos de cada HFC que se importa al país.

4.8. Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G)

4.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones del hexafluoruro de azufre (SF_6) y de los perfluorocarbonos (PFC) generadas en la manufactura y utilización de los equipos eléctricos y muchos otros productos. También se estiman las emisiones de óxido nitroso (N_2O) para usos anestésicos, los propulsores y otros usos de productos. Esta categoría se divide en cuatro subcategorías: *equipos eléctricos*, *SF_6 y PFC de otros usos de productos*, *N_2O de usos de productos*, y *otros*.

Se identifica que en República Dominicana se generan emisiones de SF_6 a partir de equipos eléctricos; asimismo se generan emisiones de N_2O de usos de productos.

La emisiones de SF_6 no se estiman por falta de datos de actividad y se reporta como No estimado (NE).

La categoría Manufactura y utilización de otros productos representando menos del 0,1 % de las emisiones del sector en 2022. Se contabilizaron 0,01 kt CO_2 eq, disminuyendo en un 93,0 % desde 2015. En esta categoría el 100 % de las emisiones corresponden al *N_2O de usos de productos*, para cuya estimación se cuenta con información únicamente desde el año 2010 (Tabla 4.46) Las variaciones en la serie temporal, responden a las variaciones en el nivel de importaciones de N_2O .

Tabla 4. 46

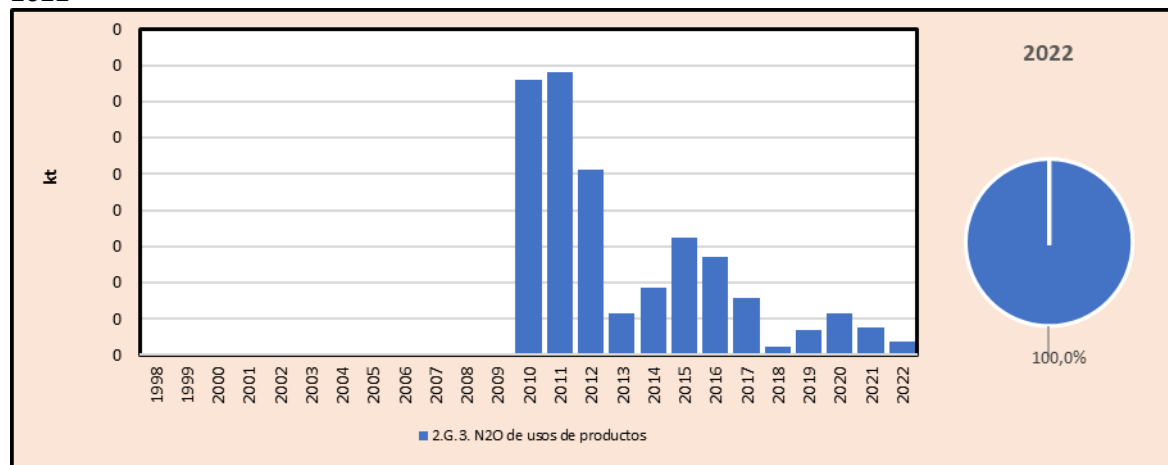
Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO_2 eq), serie 1998-2022

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.G.1. Equipos eléctricos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G.2. SF_6 y PFC de otros usos de productos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.G.3. N_2O de usos de productos	NE	NE	NE	0,4	0,2	0,1	0,1	0,01
Total	NE, NO	NE, NO	NE, NO	0,4	0,2	0,1	0,1	0,01

Fuente: elaboración propia

Figura 4. 9

Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO_2 eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

4.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 1. La subcategoría *SF6 y PFC de otros usos de productos* no ocurre en el país. En la **Tabla 4.47** se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 4. 47

Manufactura y utilización de otros productos: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.G.1. Equipos eléctricos									NO	NO	NE	NE
2.G.2. SF6 y PFC de otros usos de productos									NO	NO	NO	NO
2.G.3. N2O de usos de productos					T1, NE	D, N						

Fuente: Elaboración propia

T1 (IPCC Tier 1), D (IPCC por defecto), NE (No Estimado), NO (No Ocurre).

4.8.3. Equipos eléctricos (2.G.1.)

El hexafluoruro de azufre (SF₆) se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, la instalación, el uso, el mantenimiento y la eliminación. La mayor parte del SF₆ utilizado en los equipos eléctricos se emplea en conmutadores y subestaciones con aislación de gas (GIS, del inglés, Gas-Insulated Substations) y en los disyuntores a gas (GCB, del inglés, Gas Circuit Breakers), aunque parte del SF₆ se emplea en líneas de alta tensión con aislación de gas (GIL, del inglés, Gas-Insulated Lines), en transformadores para aparatos de medida externos con aislación de gas y en otros equipos.

No se estima por falta de datos de actividad y se incluye en el plan de mejora, contar con información desagregada de importaciones o de consumo directo de las empresas eléctricas del país.

4.8.4. SF6 y PFC de otros usos de productos (2.G.2.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

4.8.5. N₂O de otros usos de productos (2.G.3)

4.8.5.1. Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones por evaporación de óxido nitroso (N₂O) pueden producirse a partir de varios tipos de uso de los productos, incluidos:

- Las aplicaciones médicas (uso de anestésicos, analgésicos y usos veterinarios);
- Los usos como propulsor en los productos de aerosol, principalmente en la industria alimenticia (crema batida en latas a presión, etc.);
- Los agentes oxidantes utilizados, junto al a
 - La producción de azida sódica, que se usa para inflar las bolsas de aire de los automóviles (airbag);
- El uso como oxidante de combustible en las carreras automovilísticas; y
- Los agentes oxidantes en los sopletes empleados en joyería y otros usos.

De acuerdo con la información recopilada por el equipo técnico, se contabilizan las diferentes actividades anteriores en una sola categoría, siendo esta 2.G.3.c.

En 2022, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 0,01 kt CO₂ eq. A partir del 2010 las emisiones disminuyeron un 97,0 % y 93,0 % respecto de 2015 (**Tabla 4.46 Figura 4.9**).

4.8.5.2. Aspectos metodológicos

Para la estimación de emisiones de la subcategoría se la ecuación 8.24 del Capítulo 8 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006. Esta estimación cubre más de un año pues se supone que tanto el suministro como el uso son continuos a lo largo del año; esto es, el N₂O suministrado a mitad del año t-1 no se usa ni se emite en su totalidad hasta mediados del año t. Dado que se cuenta con valores agregado, no es posible realizar la estimación por aplicación

Ecuación 4.10.

Uso de lubricantes: estimación de emisiones de N₂O

$$Emisiones = [0,5 \cdot A(t) + 0,5 \cdot A(t - 1)] \cdot EF$$

Fuente: elaboración propia en base a la ecuación 8.24; Capítulo 8; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

Emisiones = emisiones de N₂O en el año t, toneladas

A (t) = cantidad total de N₂O suministrada en el año t, toneladas

A (t-1) = cantidad total de N₂O suministrada en el año t-1, toneladas

EF =fracción

4.8.5.3. Datos de actividad específicos

La serie de datos de actividad se armó en base a los datos entregados por la Dirección General de Aduanas a través de ONE, no se encontró registros de producción de N₂O a nivel nacional, por lo que el consumo aparente viene dado por el balance entre importación y exportación.

Respecto a los datos de comercio exterior, solo se cuenta con datos desde 2010, al contar con pocos datos en la serie temporal no fue posible utilizar una técnica de empalme para completar la serie temporal (**Tabla 4.48**).

Tabla 4. 48N₂O de otros usos de productos: consumo aparente de N₂O para la serie 1998-2022

<i>Año</i>	<i>N₂O (t)</i>
1998	NE
1999	NE
2000	NE
2001	NE
2002	NE
2003	NE
2004	NE
2005	NE
2006	NE
2007	NE
2008	NE
2009	NE
2010	1,436
2011	1,508
2012	0,42707
2013	0
2014	0,70512
2015	0,51202
2016	0,51437
2017	0,076
2018	0,009
2019	0,25
2020	0,19
2021	0,09
2022	0,04

Fuente: elaboración propia

4.8.5.3.1. Factor de emisión

Se supone que el N₂O consumido es devuelta a la atmósfera, ya sea por su utilización en aplicaciones médica o como propulsor. En línea con lo dispuesto en la sección 8.4.2.2. del Capítulo 8 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006, se utiliza un factor de emisión de 1,0.

4.8.5.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

4.8.5.5. Incertidumbre

Para las incertidumbres de consideran los lineamientos propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 8.4.3, Capítulo 8 del Volumen 3).

La **Tabla 4.49** presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para el N₂O de otros usos de productos La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

Tabla 4. 49

N₂O de otros usos de productos: resumen de la incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.G.3	N ₂ O de otros usos de productos:	N ₂ O	10,0	10,0	10,0

Fuente: elaboración propia

4.8.5.6. Consistencia de la serie temporal

Se utilizó la misma metodología, factor de emisión y fuente de datos de actividad, asegurando la consistencia de la serie.

4.8.5.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de IPPU, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos de actividad; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Revisión por parte de ONE de datos estadísticos de importaciones y exportaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

4.8.5.8. Nuevos cálculos

Esta subcategoría no fue estimada en el 1BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

4.8.5.9. Plan de mejoramiento específico

- Relevar información acerca del consumo entre 1998-2010
- Relevamiento del consumo por aplicación
- Revisar suposiciones de factor de emisión y modelo de emisión en función de las aplicaciones que ocurran en el país

4.9. Otros (2H)

En esta categoría se estiman las emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM), precursores de gases de efecto invernadero que luego continúan oxidándose en la atmósfera. Esta categoría se divide en tres subcategorías: *industria de la pulpa y del papel, industria de la alimentación y las bebidas, y otros*.

No Ocurren emisiones de GEI directos en esta categoría.

Se estimaron emisiones para la producción de Cerveza, Alcohol (destilados), Carne y Azúcar los datos de actividad fueron provistos por ONE y validados en los talleres sectoriales y se utilizaron los factores de emisión de EMEP/EEA 2023.

Para 2022 se estimaron la generación de 14,6 kt de COVDM con un aumento en la serie temporal del 96 %.

5. Sector Agricultura (CRT 3)

El capítulo presenta las emisiones de GEI del sector Agricultura para la serie temporal 1998-2022, así como una descripción general del sector, la tendencia de GEI y sus aspectos metodológicos. Además, se incluye una descripción específica y detallada para cada categoría.

5.1. Panorama general del sector

5.1.1. Descripción del sector

En el contexto de los inventarios, el sector Agricultura aborda las emisiones del GEI de las actividades agropecuarias que llevan un proceso de gestión, producción de alimentos, las prácticas de gestión como la fertilización, el manejo de los suelos, el manejo de los animales, entre otras. En particular, en este sector se pueden generar emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, además de gases precursores (NO_x, CO, COVDM y SO₂).

En el contexto nacional, este sector incluye las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de las categorías de *fermentación entérica, gestión del estiércol, cultivo del arroz, suelos agrícolas, encalado y aplicación de urea*. Otras categorías y gases precursores no fueron estimados debido a la falta de información.

5.1.2. Tendencia de los GEI del sector

A nivel general, en 2022 las emisiones de GEI del sector fueron 54,5 kt de CO₂, 241,3 kt de CH₄ y 6,4 kt de N₂O, lo que representa un total de 7.374,6 kt CO₂ eq. No se estimaron emisiones de gases precursores debido a limitaciones de información y tiempo ([Tabla 5.1](#)).

Tabla 5.1

Sector Agricultura: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)	kt CO ₂ eq
3.	Agricultura	54,5	201,3	6,4	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	7.374,6
3.A.	Fermentación entérica		174,8						4.893,9
3.A.1.	Vacunos		162,3						4.543,9
3.A.1.a.	Vacas lecheras		29,7						830,7
3.A.1.b.	Otros vacunos		132,6						3.713,2
3.A.2.	Ovinos		1,3						36,4
3.A.3.	Porcinos		0,4						12,3
3.A.4.	Otro ganado		10,8						301,3
3.A.4.a.	Búfalos		NO						NO
3.A.4.b.	Camélidos		NO						NO
3.A.4.c.	Ciervos		NO						NO
3.A.4.d.	Caprinos		1,1						31,9
3.A.4.e.	Equinos		6,6						183,9
3.A.4.f.	Mulas y asnos		3,1						85,4
3.A.4.g.	Aves de corral		NA						NA
3.A.4.h.	Otras especies		NO						NO
3.B.	Gestión del estiércol		5,8	1,1			NE, NO		442,3
3.B.1.	Vacunos		3,2	0,4			NE		208,2
3.B.1.a.	Vacas lecheras		0,8	0,1			NE		36,6
3.B.1.b.	Otros vacunos		2,4	0,4			NE		171,6
3.B.2.	Ovinos		0,1	NO			NE		1,5
3.B.3.	Porcinos		0,9	0,2			NE		87,4
3.B.4.	Otro ganado		1,7	0,0			NE, NO		52,8
3.B.4.a.	Búfalos		NO	NO			NO		NO
3.B.4.b.	Camélidos		NO	NO			NO		NO
3.B.4.c.	Ciervos		NO	NO			NO		NO
3.B.4.d.	Caprinos		0,1	NO			NE		1,4
3.B.4.e.	Equinos		0,8	NO			NE		22,4
3.B.4.f.	Mulas y asnos		0,4	NO			NE		10,3
3.B.4.g.	Aves de corral		0,5	0,0			NE		18,8
3.B.4.h.	Otras especies		NO	NO			NO		NO
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O			0,3					92,4
3.C.	Cultivo del arroz		20,7				NE, NO		579,8
3.C.1.	Irrigadas		20,7				NE		579,8
3.C.2.	Alimentadas a lluvia		NO				NO		NO
3.C.3.	Aguas profundas		NO				NO		NO
3.C.4.	Otros (especificar)		NO				NO		NO
3.D.	Suelos agrícolas			5,3			NE, NO		1.404,1

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)	kt CO ₂ eq
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			4,1			NE, NO		1.082,1
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos			0,8			NE		220,0
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos			0,7			NE		197,9
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo			2,3			NE		608,4
3.D.1.d.	Residuos de cosechas			0,2			NE		55,8
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo			NE			NE		NE
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)			NE			NE		NE
3.D.1.g.	Otros (especificar)			NO			NO		NO
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			1,2			NE		322,0
3.D.2.a.	Deposición atmosférica			0,5			NE		134,0
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento			0,7			NE		188,0
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.1.	Cereales		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.2.	Legumbres		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.3.	Tubérculos y raíces		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.4.	Caña de azúcar		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F.5.	Otros (especificar)		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.G.	Encalado	0,1							0,1
3.G.1.	Caliza	NO							NO
3.G.2.	Dolomita	0,1							0,1
3.H.	Aplicación de urea	54,4							54,4
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO							NO
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Nota 1: NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre.

Nota 2: los GEI reportados como 0.0 corresponden a valores menores a 0.04 kt CO₂ eq.

Fuente: estimación propia.

En términos de CO₂ eq, las emisiones de GEI del sector alcanzaron los 7.374,6 kt CO₂ eq en 2022. Las emisiones se incrementaron en un 49,7 % desde 1998 y en un muy menor 11,8 % desde 2015, último año incluido en el inventario presentando como parte del Primer Informe Bienal de Actualización¹⁵ (1BUR) del país. En general, la tendencia de GEI del sector está dominada por las emisiones de metano de la fermentación entérica de los animales, las cuales se correlacionan directamente con una población animal de vacunos en aumento de acuerdo con la información de la Dirección General de Ganadería (DIGEGA) (Tabla 5.2 y Figura 5.1).

En cuanto a las categorías del sector, como se mencionó anteriormente, dominan ampliamente las emisiones de metano de la *fermentación entérica* (66,4 %); seguidas de las emisiones de N₂O de los *suelos agrícolas* (19,0 %); el metano del *cultivo del arroz* (7,9 %); las emisiones de GEI de la *gestión del estiércol* (6,0 %); y, finalmente, con menos de un 1 %, las emisiones de CO₂ del *encalado* y la *aplicación de urea*. Si bien, el *cultivo del arroz* es la tercera categoría en cuanto a participación en 2022, destaca que esta categoría ha tenido el mayor aumento desde 1998 a 2022 (78,0 %), lo cual refleja un aumento sostenido de la importancia del cultivo de este cereal en el país. Más información y detalle sobre las emisiones de GEI se encuentra en las secciones específicas de cada categoría.

Tabla 5.2

Sector Agricultura: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.A. Fermentación entérica	3.489,8	3.575,2	3.845,3	4.110,7	4.414,2	4.780,2	4.828,9	4.893,9
3.B. Gestión del estiércol	328,1	333,1	338,0	356,5	407,8	438,2	440,9	442,3
3.C. Cultivo del arroz	325,7	367,5	449,6	523,0	467,3	536,9	560,4	579,8
3.D. Suelos agrícolas	776,7	792,9	851,6	1.127,3	1.252,9	1.457,2	1.413,6	1.404,1
3.E. Quema prescrita de sabanas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.G. Encalado	0,0	0,0	0,0	NO	NO	0,2	0,3	0,1
3.H. Aplicación de urea	4,5	4,5	5,1	53,5	56,6	82,6	62,7	54,4
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.J. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	4.924,7	5.073,1	5.489,4	6.170,9	6.598,9	7.295,2	7.306,7	7.374,6

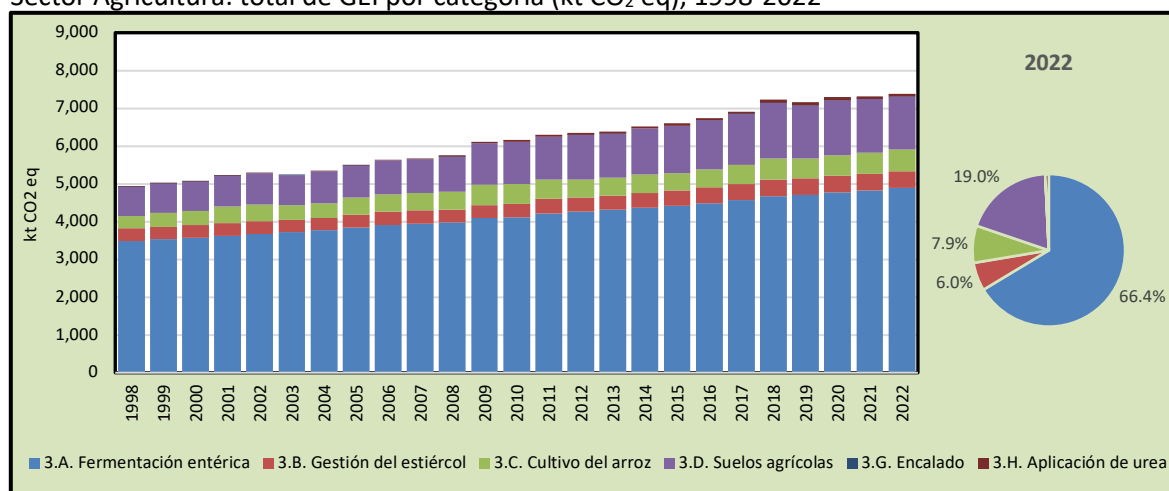
¹⁵ Disponible en <https://unfccc.int/documents/227895>

Fuente: elaboración propia

Nota: valores de 0,0 corresponden a emisiones menores a 0,01 kt CO₂ eq

Figura 5.1

Sector Agricultura: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a las emisiones por tipo de GEI, las emisiones del sector están dominadas por el metano, el cual representó el 76,4 % de las emisiones totales de 2022; por su parte, el óxido nitroso representó el 22,8 %; y, finalmente, el CO₂ representó un muy menor y poco relevante 0.7 % (Tabla 5.3 y Figura 5.2). Las principales fuentes de metano corresponden a la *fermentación entérica* y el *cultivo del arroz*, mientras que, para el óxido nitroso, las principales fuentes de emisión son las emisiones directas de N₂O de *orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* y las emisiones indirectas de N₂O de los *suelos agrícolas*. Por su parte, la principal fuente de CO₂ del sector es la *aplicación de urea*.

Tabla 5.3

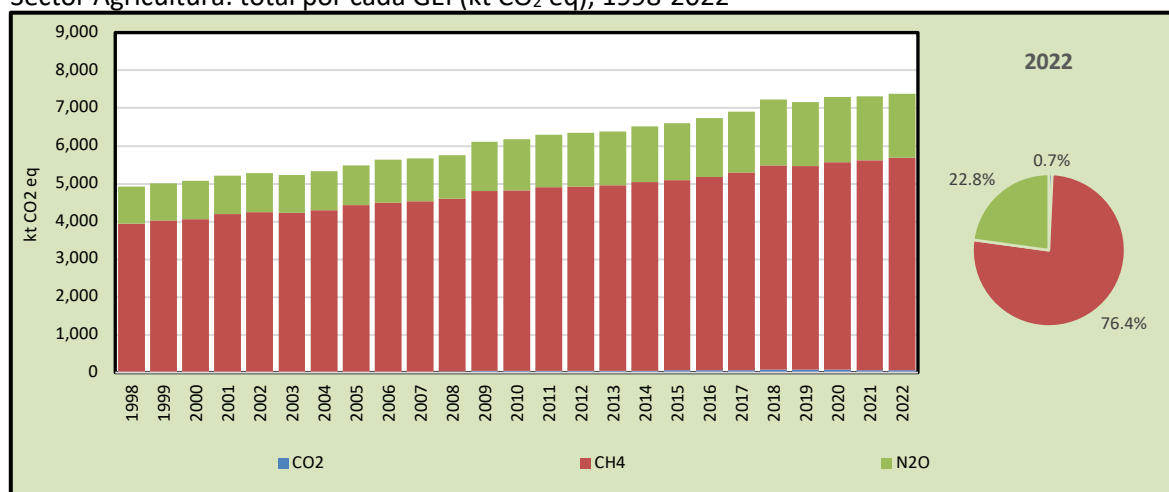
Sector Agricultura: total por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	4,5	4,5	5,1	53,5	56,6	82,8	63,0	54,5
CH ₄	3.935,0	4.063,8	4.420,8	4.766,3	5.029,4	5.477,5	5.550,6	5.636,1
N ₂ O	985,2	1.004,9	1.063,6	1.351,1	1.512,9	1.734,9	1.693,1	1.684,0
Total	4.924,7	5.073,1	5.489,4	6.170,9	6.598,9	7.295,2	7.306,7	7.374,6

Fuente: elaboración propia

Figura 5.2

Sector Agricultura: total por cada GEI (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

En términos generales, para la estimación de los GEI del sector, se aplicaron los métodos de Nivel 1 del volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*, lo que incluyó la utilización de datos de actividad del país y otras fuentes internacionales (por ejemplo, FAOSTAT) y de valores por defecto para los factores de emisión y otros datos paramétricos pertinentes. Más información podrá encontrarse en cada sección de las categorías específicas.

Las principales fuentes de datos de actividad fueron:

- Dirección General de Ganadería (DIGEGA) del Ministerio de Agricultura para la población de *vacunos*.
- Oficina Nacional de Estadística (ONE) para la población de *porcinos* y *aves de corral*.
- FAOSTAT para otras poblaciones animales (*ovinos*, *caprinos*, *equinos*, y *mulas y asnos*).
- ONE y Ministerio de Agricultura para la superficie cosechada, rendimiento y producción de cultivos, incluyendo arroz.
- ONE para el consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados, incluyendo urea, y uso de cal y dolomita para el encalado.

Es importante mencionar que el país realiza la recolección y procesamiento de datos de actividad para el inventario en el momento en que se comienza cada nuevo ciclo de inventarios y según la planificación acordada entre las partes interesadas.

Las estimaciones de GEI se realizaron aplicando herramientas propias del país basadas en MS Excel. Además, se utilizó el Software de Inventarios del IPCC para generar las CTF y para verificar las estimaciones realizadas con las herramientas propias del país.

5.2. Fermentación entérica (CRT 3.A)

5.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría aborda las emisiones de metano producto de las actividades agropecuarias en la que el ganado realiza el proceso digestivo por el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción en el flujo sanguíneo.

En el contexto nacional, las categorías animales incluidas son *vacas lecheras, otros vacunos, ovinos, porcinos, caprinos, equinos, mulas y asnos*. En República Dominicana, la ganadería bovina se presenta en mayor porcentaje con respecto a la producción de otras especies, representando esta un 52 % de la producción pecuaria nacional. La producción porcina toma el segundo lugar.

Respecto a las emisiones de GEI, la categoría *fermentación entérica* es la principal emisora del sector, aportando un 66,4 % del total. En 2022, las emisiones de GEI contabilizaron 4.893,9 kt CO₂ eq, incrementándose en un 40,2 % desde 1998 y en un 10,9 % desde 2015 (**Tabla 5.4** y **Figura 5.3**). Esta tendencia se puede explicar por el aumento de producción anual de animales en el país. Con respecto a las categorías animales, el mayor porcentaje de emisiones corresponde a *otros vacunos* con un muy importante 75,9 %, seguido por *vacas lecheras* con un 17,0 %, mientras que el resto de las categorías animales representan solo el 7,2 %.

Tabla 5.4

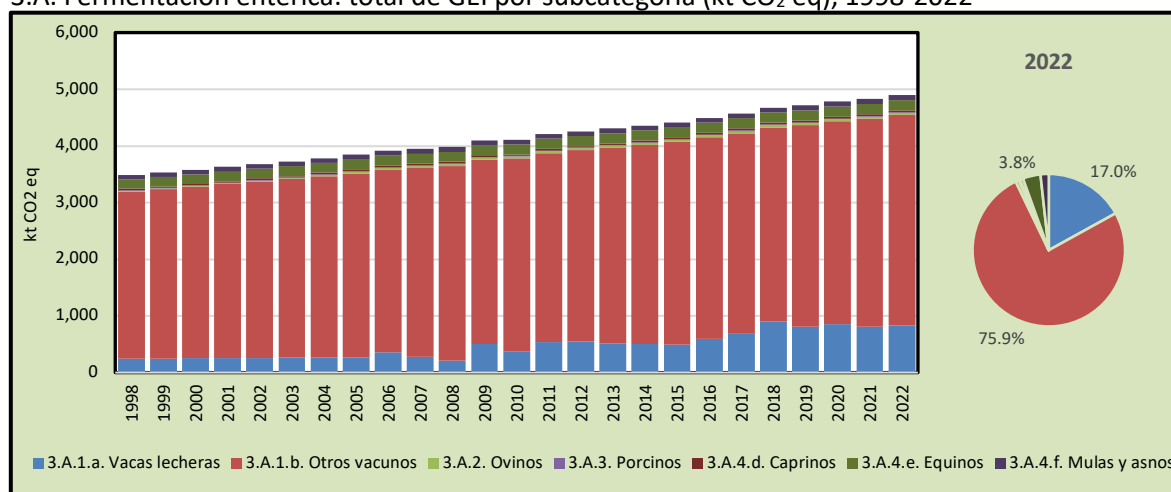
3.A. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.A.1.a. Vacas lecheras	245,4	252,3	270,2	368,1	495,3	854,0	805,8	830,7
3.A.1.b. Otros vacunos	2.945,1	3.027,0	3.242,0	3.411,1	3.574,8	3.577,0	3.673,2	3.713,2
3.A.2. Ovinos	18,9	14,8	35,5	33,6	35,0	36,1	36,2	36,4
3.A.3. Porcinos	10,5	10,5	8,3	8,6	12,4	13,5	12,8	12,3
3.A.4.a. Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.A.4.b. Camélidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.A.4.c. Ciervos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.A.4.d. Caprinos	25,2	25,0	33,8	31,5	33,1	31,7	32,3	31,9
3.A.4.e. Equinos	166,3	166,3	173,9	176,4	179,6	182,9	183,4	183,9
3.A.4.f. Mulass y asnos	78,3	79,2	81,5	81,5	84,0	85,0	85,2	85,4
3.A.4.g. Aves de corral	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.A.4.h. Otras especies	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	3.489,8	3.575,2	3.845,3	4.110,7	4.414,2	4.780,2	4.828,9	4.893,9

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.3

3.A. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia

5.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. En el caso particular de la categoría *fermentación entérica* se aplicó la Ecuación 10.19 y la Ecuación 10.20 del capítulo 10, volumen 4.

El método de Nivel 1 es un método simplificado de manera que solo se necesitan datos de la población animal ($N_{(T)}$) y factores de emisión por defecto ($EF_{(T)}$) para cada uno de los subgrupos de la población animal incluidas

5.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

En general, los datos de actividad de la población animal provienen de las estadísticas nacionales de la ONE, DIGEGA, FAOSTAT, dictamen de expertos del Ministerio de Agricultura y la aplicación de técnicas de empalme de datos en los años para los que no se contó con información (Tabla 5.5). Los datos, fuentes y técnicas de empalme fueron validados por los técnicos expertos en los talleres de validación de datos y resultados.

Vacunos

Se contó con datos de la población total de vacunos entre 1998-2022 provista y ajustada por DIGEGA, mientras que para *vacas lecheras* se contó con información solo de 2005 a 2022 para la población de vacas en producción manejada y asistida por el Departamento de Extensión Pecuaria, la cual representa al 53 % de la población total de vacas lecheras. Por lo tanto, el primer paso fue completar la serie 1998-2004 de *vacas lecheras*, para ello se utilizó el porcentaje de la relación entre vacas lecheras y el total de la población de ganado vacuno en 2005, el cual correspondió a 16,1 %. Posteriormente, se expandió la población de las vacas en producción y asistidas por el Depto. De Extensión Pecuaria (53 % del total de vacas lecheras) al 100 % de la población de vacas lecheras a nivel nacional. Una vez completada la serie de *vacas lecheras*, se restó a la población total de ganado vacuno, la diferencia resultante se atribuyó a *otros vacunos* para toda la serie 1998-2022.

Porcinos y aves de corral

La población de porcinos y aves de corral fue suministrada por ONE. Sin embargo, solo estuvieron disponibles los datos de 2002 a 2022, además, estos datos corresponden al total anual de animales faenados. Por lo tanto, el primer paso fue completar la serie 1998-2001 replicando los valores de 2022. Posteriormente, se convirtieron la población total anual faenada a población promedio anual utilizando la Ecuación 10.1 (capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*), tomándose en consideración una vida promedio de porcinos de 165 días (cinco meses y medio) y 38 días para aves de corral, según dictamen de expertos del Ministerio de Agricultura.

Ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos

Los datos para estas categorías animales se obtuvieron directamente de FAOSTAT.

Tabla 5.5

Cantidad de cabezas de ganado por categoría (cabezas/año)

Año	Vacunos	Vacas lecheras	Otros vacunos	Ovinos	Porcinos*	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Aves de corral*
1998	2.000.000	121.750	1.878.250	135.000	376.372	180.000	330.000	279.500	13.447.948
1999	2.027.636	123.433	1.904.204	105.454	376.372	163.489	330.000	283.000	13.447.948
2000	2.055.654	125.138	1.930.516	105.454	376.372	178.425	330.000	283.000	13.447.948
2001	2.084.060	126.867	1.957.192	105.999	376.372	187.425	340.000	290.000	13.447.948
2002	2.112.857	128.621	1.984.237	121.272	376.372	188.012	342.000	290.000	13.447.948
2003	2.142.053	130.398	2.011.655	122.000	311.358	188.500	342.500	291.000	12.310.520
2004	2.171.652	132.200	2.039.452	187.800	240.939	220.500	342.500	291.000	14.356.092
2005	2.201.660	134.026	2.067.634	253.400	298.158	241.600	345.000	291.000	17.879.844
2006	2.232.083	175.083	2.057.000	247.200	346.678	243.500	347.500	291.000	18.913.851
2007	2.262.926	138.451	2.124.475	246.000	329.954	242.200	350.000	291.000	19.391.356
2008	2.294.195	104.949	2.189.246	246.000	292.203	242.900	350.000	291.000	17.405.843
2009	2.325.897	248.040	2.077.857	238.500	290.392	237.200	350.000	291.000	18.072.196
2010	2.358.036	182.592	2.175.444	240.000	305.764	225.000	350.000	291.000	18.576.607
2011	2.390.620	269.606	2.121.014	245.000	471.694	230.000	350.000	291.000	18.176.562
2012	2.423.654	271.862	2.151.791	246.500	353.555	232.000	352.000	297.000	16.772.900
2013	2.457.144	255.904	2.201.240	248.000	357.496	235.000	355.000	300.000	18.122.007
2014	2.491.097	248.232	2.242.865	250.000	436.935	236.000	355.000	300.000	19.584.537
2015	2.525.519	245.670	2.279.849	250.000	442.679	236.490	356.441	299.990	19.110.966
2016	2.560.417	295.534	2.264.883	249.000	452.177	236.864	358.085	300.025	20.415.489
2017	2.595.797	343.955	2.251.843	250.000	458.634	237.089	359.718	300.557	21.388.602
2018	2.631.666	446.996	2.184.670	251.494	454.891	237.211	361.246	301.495	22.124.111
2019	2.668.031	400.677	2.267.353	259.084	476.002	228.010	362.479	302.823	21.675.616
2020	2.704.898	423.619	2.281.279	257.509	483.197	226.456	362.935	303.488	18.625.205
2021	2.742.275	399.696	2.342.578	258.820	456.758	230.716	363.944	304.276	22.154.521
2022	2.780.168	412.074	2.368.094	260.130	437.869	227.932	364.953	305.064	23.299.726

Nota: los valores en naranja para vacas lecheras y otros vacunos son estimaciones mediante técnicas de empalme de datos, mientras que para porcinos y aves de corral son estimaciones de la población promedio anual. Los valores en azul para porcinos y aves de corral son valores repetidos de los valores de 2002 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

* = población promedio anual

Fuente: elaboración propia con base en ONE, DIGEGA, FAOSTAT y estimaciones de expertos.

5.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados para la categoría *fermentación entérica* corresponden a valores por defecto para países en desarrollo del Cuadro 10.10 y Cuadro 10.11 (capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*) (Tabla 5.6).

Tabla 5.6

Factor de emisión para la población de ganado, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

Categoría animal	Valor
Vacas lecheras	72
Otros vacunos	56
Ovinos	5
Porcinos	1
Caprinos	5
Equinos	18
Mulas y asnos	10

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 10.10 y Cuadro 10.11, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

5.2.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 10.2.3 y Sección 10.3.4 (capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, para los datos de actividad sin modificación se aplicó una incertidumbre de $\pm 20\%$, mientras que para los datos de actividad que fueron modificados (por ejemplo, aplicando técnicas de empalme de datos para *vacas lecheras* o para *porcinos*, para los cuales se estimó la población promedio anual) se aplicó una incertidumbre de $\pm 30\%$. Para los factores de emisión por defecto se aplicó una incertidumbre de $\pm 40\%$ para todas las categorías animales. El Anexo 2 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal se aplicó la misma fuente de datos de actividad para cada categoría animal, en el caso de la serie incompleta de *vacas lecheras* se aplicaron técnicas de empalmes de datos (datos sustitutos) con base en el porcentaje de correlación existente entre *vacas lecheras* y el total del ganado vacuno (6,1 %). Para la serie incompleta de *aves de corral* y *porcinos*, se replicó el valor del primer año disponible (2002) para completar la serie 1998-2001. En el caso de los factores de emisión, se aplicaron los mismos valores por defecto para toda la serie temporal. De esta forma, la tendencia de los GEI de la categoría refleja variaciones reales con base en la existencia de la población animal del país.

5.2.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico se analizó la tendencia de la población animal, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos de DIGEGA del Ministerio de Agricultura y de ONE con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores. Además, se analizó cada fuente de datos de actividad para asegurarse de que los valores proporcionados corresponden a la población promedio anual, de esa forma se identificó que, para

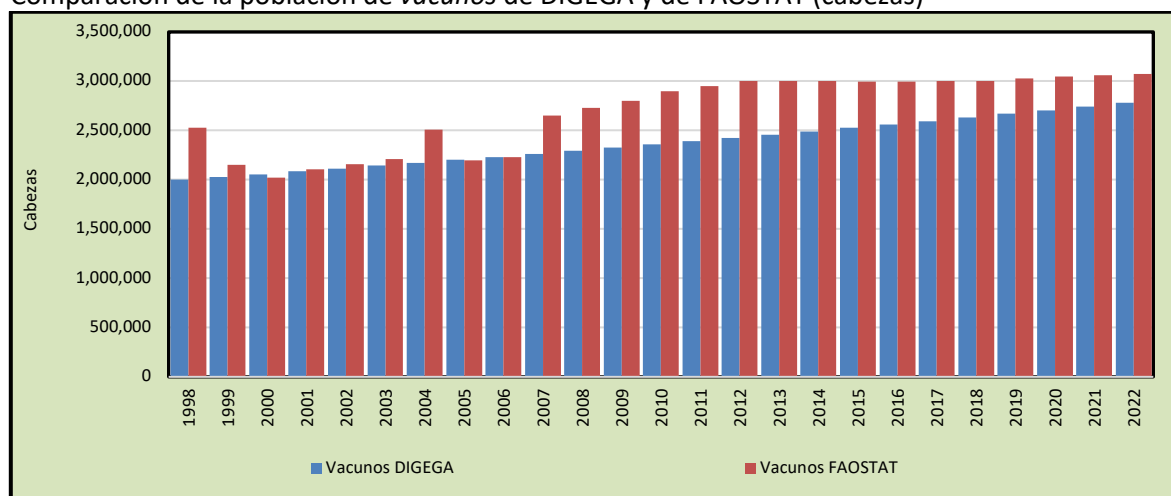
el caso de *porcinos* y *aves de corral*, la información proporcionada por ONE correspondía al total anual de animales faenados.

Como medio de verificación se comparó la información nacional de *vacunos*, *porcinos* y *aves de corral* con la información disponible en FAOSTAT.

En el caso de *vacunos* (Figura 5.4), en general, se observa una tendencia similar y la misma data para algunos años, sin embargo, existen diferencias significativas en algunos años (1998, 2004, 2007-2022), diferencia que se reduce con el avance de la serie. La explicación para estas discrepancias estaría relacionada con que FAOSTAT indica que estos años son valores estimados.

Figura 5.4

Comparación de la población de *vacunos* de DIGEGA y de FAOSTAT (cabezas)

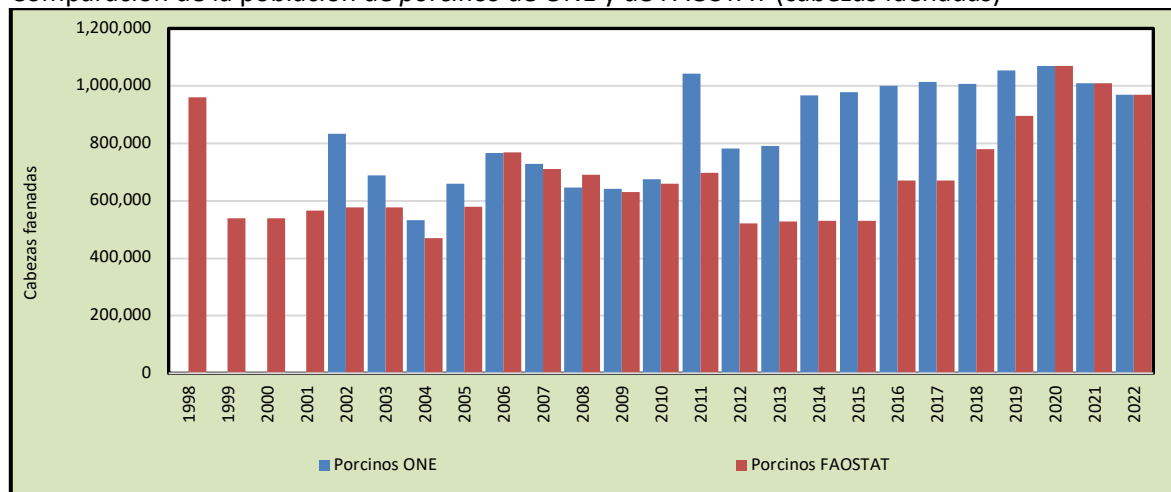


Fuente: elaboración propia con base en información de DIGEGA y FAOSTAT.

En el caso de *porcinos* (Figura 5.5), en general, se observa una tendencia similar y la misma data para algunos años (2020-2022), sin embargo, existen diferencias significativas en algunos años (2012-2019). La explicación para estas discrepancias estaría relacionada con que FAOSTAT indica que los valores entre 2002-2019 son valores estimados.

Figura 5.5

Comparación de la población de *porcinos* de ONE y de FAOSTAT (cabezas faenadas)

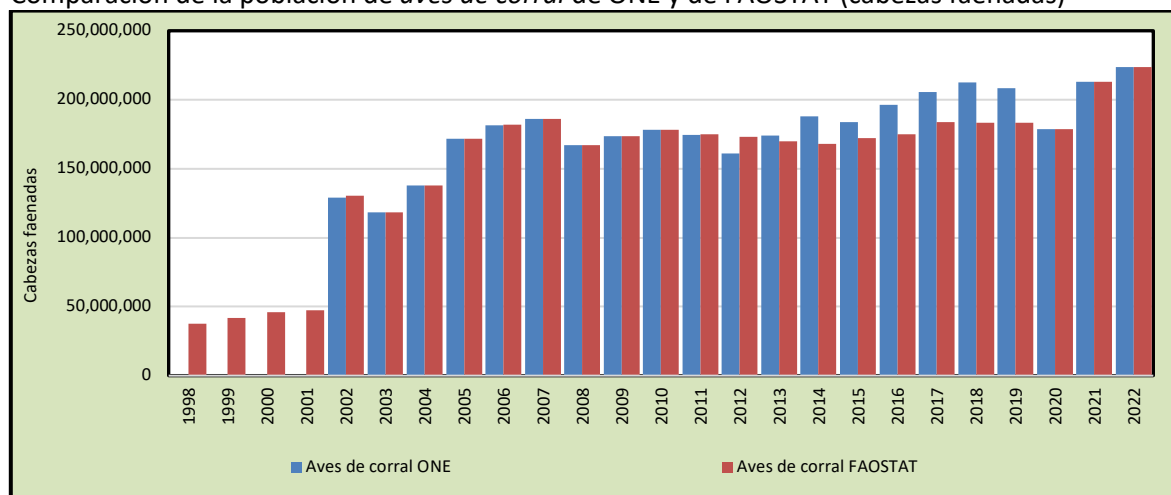


Fuente: elaboración propia con base en información de ONE y FAOSTAT.

En el caso de *aves de corral* (Figura 5.6), en general, se observa una tendencia similar y la misma data para algunos años (2003-2011 y 2020-2022), sin embargo, se observan diferencias menores en algunos años (2012-2019). La explicación se debe a que FAOSTAT indica que estos años son valores imputados.

Figura 5.6

Comparación de la población de *aves de corral* de ONE y de FAOSTAT (cabezas faenadas)



Fuente: elaboración propia con base en información de ONE y FAOSTAT.

Si bien se detectaron diferencias en las tres categorías animales (*vacunos*, *porcinos* y *aves de corral*), los expertos de DIGEGA y de la ONE concuerdan y recomiendan utilizar las fuentes de datos nacionales para estas categorías animales.

5.2.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la actualización de información relacionada con la población animal, especialmente en *vacas lecheras*.

La Tabla 5.7 presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia un aumento de 24,7 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país, sin embargo, ante la falta de información del inventario anterior, no es posible determinar con exactitud los motivos de este incremento, por lo mismo, tampoco es posible evaluar el efecto de los nuevos cálculos en la tendencia.

Tabla 5.7

Comparación de las emisiones de GEI reportadas en el 1BUR y en el 1BTR (kt CO₂ eq)

Reporte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1BUR	3.540,8							
1BTR	4.414,2	4.492,3	4.570,8	4.674,3	4.712,0	4.780,2	4.828,9	4.893,9
Diferencia	873,4							
Diferencia %	24,7%							

Fuente: elaboración propia con base en el inventario incluido en el 1BUR.

5.2.7. Plan de mejora específico de la categoría

En República Dominicana, la ganadería se desarrolla a lo largo del territorio nacional y tiene un amplio respaldo por los agricultores.

La categoría animal de mayor impacto es el ganado vacuno, las demás especies aportan, pero son menos significativas, por ende, en términos de emisiones, esta es una de las principales categorías en el sector. Por lo tanto, se requiere incrementar la calidad de la información disponible para avanzar en una caracterización mejorada de la población del ganado vacuno, sus dietas, estimación de la energía bruta y, por consiguiente, avanzar en el desarrollo de factores de emisión específicos del país para contar con estimaciones de mejor calidad y que estén de acuerdo con las circunstancias nacionales. Este tema tratará de ser abordado en el siguiente NIR del país, sin embargo, el país requiere apoyo internacional significativo para poder poner en práctica esta mejora planificada.

Por otra parte, se requiere mejorar la información general sobre la población animal en el país con el objetivo de avanzar en la utilización de información nacional para todas las categorías animales existentes en el país.

5.3. Gestión del estiércol (CRT 3.B)

5.3.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría aborda las emisiones de metano y las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso que se generan por el almacenamiento y el tratamiento del estiércol antes de ser aplicado a los suelos u otra forma de uso final. Las emisiones de metano se producen bajo condiciones anaeróbicas, incluyendo principalmente la cantidad de estiércol producido y la porción que se descompone. Por su parte, las emisiones directas de óxido nitroso se producen por la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno (N) contenido en el estiércol, por lo tanto, dependen del contenido del N en el estiércol. Finalmente, las emisiones indirectas de óxido nitroso son el resultado de las pérdidas de N por volatilización y lixiviación.

En el contexto nacional, la gestión del estiércol incluye las categorías animales de *vacas lecheras*, *otros vacunos*, *ovinos*, *porcinos*, *caprinos*, *equinos*, *mulas y asnos*, y *aves de corral*. Los *búfalos*, *camélidos* y *ciervos* no se encuentran presentes en el país. Por otra parte, los principales sistemas de gestión del estiércol existentes en el país incluyen sistemas líquidos, almacenamiento sólido, corral de engorde, pastoreo directo sobre los suelos, distribución diaria del estiércol, camas profundas para vacunos y porcinos, y gestión del estiércol de aves de corral con hojarasca. Si bien, en el país existen sistemas de biodigestores para la recuperación del metano, estos sistemas no han penetrado de forma significativa a nivel nacional y no se cuenta con la suficiente información para ser incluidos en el presente inventario.

En 2022, las emisiones de la categoría *gestión del estiércol* contabilizaron 442,3 kt CO₂ eq (representando solo el 6,0 % del sector). Las emisiones de la categoría se han incrementado en un 34,8 % desde 1998 y en un 8,4 % desde 2015 debido al aumento en la demanda de cabeza de *ganado vacuno*, *porcinos* y *aves de corral*, estas dos últimas categorías animales son las que mayormente se producen en sistemas estabulados con un 100 % y 99 % de la población respectivamente (**Tabla 5.8** y **Figura 5.7**). Con respecto a la contribución de GEI de cada categoría animal, el mayor porcentaje de emisiones corresponde a *otros vacunos* con un 38,8 %; seguido de las *emisiones indirectas de N₂O* con un 20,9 %; *porcinos* con un 19,8 %; *vacas lecheras* con un 8,3 %; *equinos* con un 5,1 %; *aves de corral* con un 4,3 %; y, finalmente, las otras categorías animales suma un aporte menor al 3,0 %.

Tabla 5.8

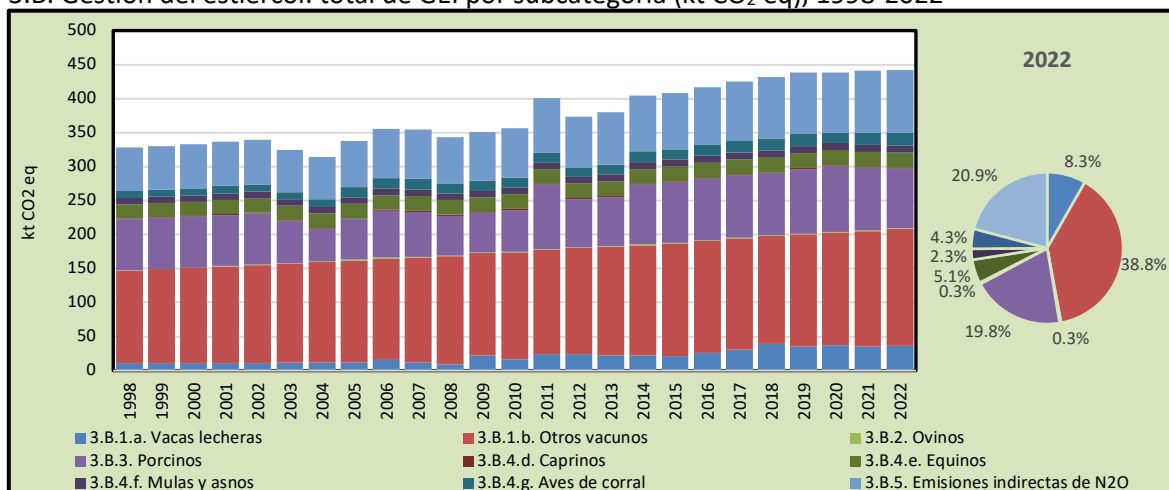
3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.B.1.a. Vacas lecheras	10,8	11,1	11,9	16,2	21,8	37,6	35,5	36,6
3.B.1.b. Otros vacunos	136,1	139,9	149,8	157,6	165,2	165,3	169,7	171,6
3.B.2. Ovinos	0,8	0,6	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5
3.B.3. Porcinos	75,1	75,1	59,5	61,0	88,3	96,4	91,1	87,4
3.B.4.a. Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.B.4.b. Camélidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.B.4.c. Ciervos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.B.4.d. Caprinos	1,1	1,1	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4
3.B.4.e. Equinos	20,2	20,2	21,2	21,5	21,9	22,3	22,3	22,4
3.B.4.f. Mulas y asnos	9,4	9,5	9,8	9,8	10,1	10,2	10,2	10,3
3.B.4.g. Aves de corral	10,8	10,8	14,4	15,0	15,4	15,0	17,9	18,8
3.B.4.h. Otras especies	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	63,7	64,7	68,5	72,7	82,3	88,5	91,3	92,4
Total	328,1	333,1	338,0	356,5	407,8	438,2	440,9	442,3

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.7

3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. A continuación, se explica los métodos utilizados para cada tipo de emisión.

Emisiones de metano producidas por la gestión del estiércol

El método Nivel 1 es un método simplificado para estimar las emisiones que solo requiere los datos de la población de ganado por categoría animal (la misma utilizada para la *fermentación entérica*) y del clima de la región o la temperatura, en combinación con los factores de emisión por defecto del IPCC. Dado que algunas emisiones de los sistemas de gestión del estiércol (SGE) dependen en gran parte de la temperatura, es una buena práctica estimar la temperatura anual promedio relacionada con los lugares donde se gestiona el estiércol, en el caso del país, se utilizó una temperatura media anual de 26 °C. Para estimar las emisiones de metano se utilizó la Ecuación 10.22 (capítulo 10, volumen 4).

Emisiones directas de óxido nitroso por la gestión del estiércol

El método de Nivel 1 implicó multiplicar la cantidad total de excreción de N (de todas las categorías de ganado) en cada tipo de SGE por un factor de emisión para ese tipo de sistema. Entonces, se suman las emisiones de todos los SGE. El método de Nivel 1 se aplica empleando los factores de emisión de N₂O por defecto del IPCC, los datos de excreción de N por defecto, y los datos de los SGE por defecto, aunque también se pueden combinar con circunstancias nacionales específicas. Para estimar las emisiones directas de óxido nitroso se utilizó la Ecuación 10.25 y la Ecuación 10.30 (capítulo 10, volumen 4).

Emisiones directas de óxido nitroso resultantes de la gestión del estiércol

El cálculo de Nivel 1 de la volatilización del N en forma de NH₃ y NO_x de SGE se basa en la multiplicación de la cantidad de N excretada (de todas las categorías de ganado) y gestionada en cada SGE por una fracción de N volatilizado. Entonces, se suman las pérdidas de N de todos los sistemas. El método de Nivel 1 se aplica empleando los datos de excreción de N por defecto, los datos de los SGE por defecto y las fracciones de pérdidas de N por defecto de los SGE debidas a la

volatilización. Para estimar las emisiones indirectas de óxido nitroso por volatilización se utilizó la Ecuación 10.26 y la Ecuación 10.27 (capítulo 10, volumen 4). Es importante mencionar que las emisiones indirectas de óxido nitroso por la lixiviación no se estimaron ya que, según el IPCC, solo deben estimarse «donde se cuente con información específica del país sobre la fracción de pérdida de N debida a lixiviación y escurrimiento de SGE. Por lo tanto, la estimación de las pérdidas de N por lixiviación y escurrimiento de la gestión del estiércol debe considerarse como parte de un método de Niveles 2 o 3».

Conversión de emisiones de N_2O-N a emisiones de N_2O

Finalmente, se realiza la conversión de emisiones de N_2O-N en emisiones de N_2O empleando la siguiente ecuación: $N_2O = N_2O-N \cdot 44/28$

5.3.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Población animal ($N_{(T)}$)

Las categorías *fermentación entérica* y *gestión del estiércol* comparten los mismos datos de actividad sobre la población animal (ver **Tabla 5.5**). Además, la categoría *gestión del estiércol* genera información que es empleada en la categoría *suelos agrícolas*.

Excreción anual de nitrógeno (N_{ex})

Las emisiones de N_2O requieren de información sobre la tasa de excreción anual de N para cada una de las categorías animales. Para ello se aplicó la Ecuación 10.30, la cual requiere la tasa de excreción de N por defecto ($N_{índice}$) y la masa animal típica para la categoría de ganado (TAM). En el caso de $N_{índice}$ se utilizaron los valores por defecto del Cuadro 10.19 (capítulo 10, volumen 4) (**Tabla 5.9**), mientras que para TAM se utilizaron valores país específico de *vacas lecheras*, *otros vacunos*, *porcinos* y *aves de corral* provistos por DIDEGA y, para las otras categorías animales, valores por defecto del Cuadro 10A-9 (capítulo 10, volumen 4) (**Tabla 5.10**). Finalmente, la **Tabla 5.11** presenta los valores de N_{ex} estimados para cada categoría animal para un año.

Tabla 5.9

Tasa de excreción de N por defecto, kg N (1000 kg masa animal)⁻¹ día⁻¹

Categoría animal	Valor
Vacas lecheras	0,48
Otros vacunos	0,36
Ovinos	1,17
Porcinos	1,47
Caprinos	1,37
Equinos	0,46
Mulas y asnos	0,46
Aves de corral	0,82

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 10.19, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.10Masa animal típica para la categoría animal, kg animal⁻¹

<i>Categoría animal</i>	<i>Valor</i>
Vacas lecheras	450,0
Otros vacunos	250,0
Ovinos	28,0
Porcinos	49,8
Caprinos	30,0
Equinos	238,0
Mulas y asnos	130,0
Aves de corral	2,0

Nota: los valores en naranja son valores país específico provistos por DIGEGA.

Fuente: elaboración propia con base en DIGEGA y Cuadro 10A-9, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.**Tabla 5.11**Promedio anual de excreción de N por cabeza de la categoría animal, kg N animal⁻¹ año⁻¹

<i>Categoría animal</i>	<i>Valor</i>
Vacas lecheras	78,8
Otros vacunos	32,9
Ovinos	12,0
Porcinos	26,7
Caprinos	15,0
Equinos	40,0
Mulas y asnos	21,8
Aves de corral	0,6

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, para obtener la cantidad total de N excretado de cada categoría animal (**Tabla 5.12**), se multiplica la población animal y la excreción anual de N. Esta es la cantidad total de N que todas las poblaciones de animales excretan cada año y que estará sujeta a emitirse, según las circunstancias nacionales, como óxido nítrico de forma directa o indirecta desde los SGE en la categoría *gestión del estiércol* o de forma directa o indirecta, ya sea como estiércol depositado en las pasturas o como fertilizantes orgánicos aplicado a los *suelos agrícolas*.

Tabla 5.12

Cantidad total de N excretado de cada categoría animal, kg N año⁻¹

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Ovinos	Porcinos	Otro ganado	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Aves de corral
1998	9.598.795,4	61.700.501,9	1.614.249,0	10.056.721,0	30.037.724,3	2.700.270,0	13.186.866,0	6.100.646,5	8.049.941,8
1999	9.731.432,5	62.553.085,6	1.260.955,7	10.056.721,0	29.866.429,0	2.452.580,2	13.186.866,0	6.177.041,0	8.049.941,8
2000	9.865.902,4	63.417.450,4	1.260.955,7	10.056.721,0	30.090.491,4	2.676.642,6	13.186.866,0	6.177.041,0	8.049.941,8
2001	10.002.230,4	64.293.759,1	1.267.472,4	10.056.721,0	30.777.895,9	2.811.656,1	13.586.468,0	6.329.830,0	8.049.941,8
2002	10.140.442,2	65.182.176,7	1.450.097,8	10.056.721,0	30.866.622,2	2.820.462,0	13.666.388,4	6.329.830,0	8.049.941,8
2003	10.280.563,9	66.082.870,5	1.458.802,8	8.319.543,8	30.234.885,6	2.827.782,8	13.686.368,5	6.351.657,0	7.369.077,3
2004	10.422.621,7	66.996.010,2	2.245.599,7	6.437.946,6	31.939.412,6	3.307.830,8	13.686.368,5	6.351.657,0	8.593.556,4
2005	10.566.642,6	67.921.767,8	3.030.005,2	7.966.835,7	34.465.163,0	3.624.362,4	13.786.269,0	6.351.657,0	10.702.874,6
2006	13.803.545,2	67.572.446,0	2.955.869,3	9.263.310,3	35.212.523,1	3.652.865,3	13.886.169,5	6.351.657,0	11.321.831,4
2007	10.915.472,4	69.789.007,0	2.941.520,4	8.816.443,7	35.578.755,8	3.633.363,3	13.986.070,0	6.351.657,0	11.607.665,5
2008	8.274.183,6	71.916.741,8	2.941.520,4	7.807.722,5	34.400.728,9	3.643.864,4	13.986.070,0	6.351.657,0	10.419.137,6
2009	19.555.443,8	68.257.608,4	2.851.839,9	7.759.323,7	34.714.099,5	3.558.355,8	13.986.070,0	6.351.657,0	10.818.016,7
2010	14.395.589,0	71.463.329,6	2.869.776,0	8.170.083,0	34.833.021,6	3.375.337,5	13.986.070,0	6.351.657,0	11.119.957,1
2011	21.255.710,3	69.675.316,4	2.929.563,0	12.603.764,4	34.668.562,2	3.450.345,0	13.986.070,0	6.351.657,0	10.880.490,2
2012	21.433.620,9	70.686.348,1	2.947.499,1	9.447.052,0	34.069.215,4	3.480.348,0	14.065.990,4	6.482.619,0	10.040.258,0
2013	20.175.453,5	72.310.740,5	2.965.435,2	9.552.360,4	35.107.157,1	3.525.352,5	14.185.871,0	6.548.100,0	10.847.833,6
2014	19.570.616,8	73.678.113,8	2.989.350,0	11.674.996,1	35.997.629,1	3.540.354,0	14.185.871,0	6.548.100,0	11.723.304,1
2015	19.368.607,9	74.893.054,4	2.989.350,0	11.828.471,7	35.778.864,6	3.547.704,7	14.243.453,6	6.547.881,7	11.439.824,5
2016	23.299.897,6	74.401.412,3	2.977.392,6	12.082.251,3	36.631.821,1	3.553.315,3	14.309.148,2	6.548.645,7	12.220.711,9
2017	27.117.389,9	73.973.026,8	2.989.350,0	12.254.799,7	37.294.568,4	3.556.690,6	14.374.403,2	6.560.257,6	12.803.216,9
2018	35.241.182,5	71.766.409,4	3.007.214,4	12.154.785,7	37.818.207,7	3.558.520,8	14.435.462,4	6.580.731,4	13.243.493,1
2019	31.589.402,9	74.482.562,2	3.097.971,0	12.718.874,5	37.489.967,0	3.420.492,0	14.484.733,3	6.609.717,6	12.975.024,0
2020	33.398.111,5	74.940.018,4	3.079.138,1	12.911.111,6	35.673.415,4	3.397.179,7	14.502.955,2	6.624.232,6	11.149.048,0
2021	31.512.050,5	76.953.696,9	3.094.814,3	12.204.650,8	37.907.489,4	3.461.086,1	14.543.275,0	6.641.432,3	13.261.696,0
2022	32.487.881,4	77.791.886,5	3.110.478,5	11.699.939,2	38.608.764,7	3.419.321,9	14.583.594,9	6.658.631,9	13.947.216,0

Fuente: elaboración propia.

Fracción de la excreción total anual de nitrógeno que se gestiona en el SGE (MS)

Las MS utilizadas para todas las categorías animales corresponden a valores nacionales brindados por expertos de DIGEGA para reflejar las circunstancias nacionales (**Tabla 5.13**). Es importante resaltar que, en República Dominicana, el principal sistema de gestión de los animales es el pastoreo directo en pasturas, prados y praderas, en donde se deja que el estiércol permanezca sobre las pasturas sin gestionarse. Por lo tanto, las emisiones directas e indirectas de N₂O relacionadas con el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas no se contabiliza en esta categoría, pero sí se reflejan en la emisiones respectivas en la categoría *suelos agrícolas*.

Tabla 5.13

Fracción de la excreción total anual de N de cada categoría de ganado que se gestiona en los SGE en el país, sin dimensión

<i>Categoría animal</i>	<i>Líquido/fango</i>	<i>Almacenamiento sólido</i>	<i>Corral de engorde</i>	<i>Pastura, prado, pradera</i>	<i>Distribución diaria</i>	<i>Camas profundas para vacunos y porcinos</i>	<i>Estiércol de aves de corral con hojarasca</i>
Vacas lecheras	0,05	0,15		0,50	0,30		
Otros vacunos	0,10	0,05	0,10	0,55	0,15	0,05	
Ovinos				1,00			
Porcinos	0,08	0,10	0,40		0,02	0,40	
Caprinos				1,00			
Equinos				1,00			
Mulas y asnos				1,00			
Aves de corral				0,01			0,99

Fuente: elaboración propia con base en DIGEGA

Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NO_x (N_{volatilización-MMS})

En línea con la Ecuación 10.26 (capítulo 10, volumen 4), esta variable fue estimada multiplicando el porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado que se volatiliza como NH₃ y NO_x en el SGE (Frac_{GasMS}) por la cantidad total de N excretado de cada categoría de ganado (Tabla 5.12), excluyendo los animales en pastura, prado y pradera. Para el caso de Frac_{GasMS} se utilizaron los valores por defecto del Cuadro 10.22 (capítulo 10, volumen 4) (Tabla 5.14), los cuales fueron ajustados para reflejar las circunstancias nacionales. Finalmente, la Tabla 5.15 presenta la cantidad de N del estiércol que se pierde debido a la volatilización.

Tabla 5.14

Porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado que se volatiliza como NH₃ y NO_x en los SGE, %

<i>Categoría animal</i>	<i>Líquido/fango</i>	<i>Almacenamiento o sólido</i>	<i>Corral de engorde</i>	<i>Distribución diaria</i>	<i>Camas profundas para vacunos y porcinos</i>	<i>Estiércol de aves de corral con hojarasca</i>
Vacas lecheras	40,0%	30,0%		7,0%		
Otros vacunos	48,0%	45,0%	30,0%	7,0%	25,0%	
Ovinos						
Porcinos	48,0%	45,0%	45,0%	7,0%	25,0%	
Aves de corral						40,0%

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 10.22, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.15Cantidad de N del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NO_x, kg N año⁻¹

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Porcinos	Aves de corral	Total
1998	825.496,4	7.620.012,0	3.668.691,8	3.187.776,9	15.301.977,1
1999	836.903,2	7.725.306,1	3.668.691,8	3.187.776,9	15.418.678,0
2000	848.467,6	7.832.055,1	3.668.691,8	3.187.776,9	15.536.991,5
2001	860.191,8	7.940.279,2	3.668.691,8	3.187.776,9	15.656.939,8
2002	872.078,0	8.049.998,8	3.668.691,8	3.187.776,9	15.778.545,6
2003	884.128,5	8.161.234,5	3.034.969,6	2.918.154,6	14.998.487,2
2004	896.345,5	8.274.007,3	2.348.562,9	3.403.048,3	14.921.964,0
2005	908.731,3	8.388.338,3	2.906.301,6	4.238.338,3	16.441.709,6
2006	1.187.104,9	8.345.197,1	3.379.255,6	4.483.445,2	17.395.002,8
2007	938.730,6	8.618.942,4	3.216.238,7	4.596.635,5	17.370.547,2
2008	711.579,8	8.881.717,6	2.848.257,2	4.125.978,5	16.567.533,0
2009	1.681.768,2	8.429.814,6	2.830.601,3	4.283.934,6	17.226.118,7
2010	1.238.020,7	8.825.721,2	2.980.446,3	4.403.503,0	17.447.691,1
2011	1.827.991,1	8.604.901,6	4.597.853,3	4.308.674,1	19.339.420,0
2012	1.843.291,4	8.729.764,0	3.446.284,6	3.975.942,2	17.995.282,1
2013	1.735.089,0	8.930.376,5	3.484.701,1	4.295.742,1	18.445.908,6
2014	1.683.073,0	9.099.247,1	4.259.038,6	4.642.428,4	19.683.787,1
2015	1.665.700,3	9.249.292,2	4.315.026,5	4.530.170,5	19.760.189,5
2016	2.003.791,2	9.188.574,4	4.407.605,3	4.839.401,9	20.439.372,8
2017	2.332.095,5	9.135.668,8	4.470.550,9	5.070.073,9	21.008.389,1
2018	3.030.741,7	8.863.151,6	4.434.065,8	5.244.423,3	21.572.382,4
2019	2.716.688,7	9.198.596,4	4.639.845,4	5.138.109,5	21.693.240,0
2020	2.872.237,6	9.255.092,3	4.709.973,5	4.415.023,0	21.252.326,4
2021	2.710.036,3	9.503.781,6	4.452.256,6	5.251.631,6	21.917.706,1
2022	2.793.957,8	9.607.298,0	4.268.137,8	5.523.097,5	22.192.491,1

Fuente: elaboración propia.

5.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados para la categoría *gestión del estiércol* corresponden a valores por defecto para países en desarrollo del Cuadro 10.14, Cuadro 10.15 y Cuadro 10.21 (capítulo 10, volumen 4) y, además, del Cuadro 11.3 (capítulo 11, volumen 4). La **Tabla 5.16** presenta los valores por defecto para metano, es importante mencionar que para el metano se aplicaron los factores de emisión correspondientes al clima cálido con una temperatura promedio de 26 °C. La **Tabla 5.17** presenta los valores por defecto para las emisiones directas de N₂O de los SGE. Finalmente, en el caso de las emisiones indirectas de N₂O por la volatilización, se utilizó el valor de 0,010 kg N₂O–N (kg NH₃–N + NO_x–N volatilizado).

Tabla 5.16Factor de emisión para la población de ganado, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

Categoría animal	Valor
Vacas lecheras	2,00
Otros vacunos	1,00
Ovinos	0,20
Porcinos	2,00
Caprinos	0,22
Equinos	2,19
Mulas y asnos	1,20
Aves de corral	0,02

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 10.14 y Cuadro 10.15, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.17Factor de emisión para emisiones directas de N₂O del SGE, kg N₂O-N/kg N en el SGE

<i>Categoría animal</i>	<i>Líquido/fango</i>	<i>Almacenamiento o sólido</i>	<i>Corral de engorde</i>	<i>Distribución diaria</i>	<i>Camas profundas para vacunos y porcinos</i>	<i>Estiércol de aves de corral con hojarasca</i>
Vacas lecheras	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Otros vacunos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Ovinos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Porcinos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Caprinos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Equinos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Mulas y asnos	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001
Aves de corral	0,005	0,005	0,020	0,000	0,010	0,001

Fuente: elaboración propia con base las *Directrices del IPCC de 2006*.**5.3.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría**

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

5.3.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 10.2.3, Sección 10.4.4 y Sección 10.5.5 (capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, al igual que para la *fermentación entérica*, para los datos de actividad sin modificación —utilizados para la estimación del metano— se aplicó una incertidumbre de $\pm 20\%$, mientras que para los datos de actividad que fueron modificados (por ejemplo, aplicando técnicas de empalme de datos para *vacas lecheras* o para *porcinos* y *aves de corral*, para los cuales se estimó la población promedio anual) se aplicó una incertidumbre de $\pm 30\%$. Para los datos de actividad utilizados para estimar óxido nítrico, se adicionó (mediante combinación de incertidumbres) un $\pm 10\%$ para aquellas categorías animales con un solo SGE, mientras que para aquellas categorías con múltiples SGE se les adicionó un $\pm 37,5\%$ resultante del promedio entre el 25% y 50% indicado por las *Directrices del IPCC de 2006*. En el caso de las *emisiones indirectas de N₂O* se estimó la incertidumbre mediante la combinando las incertidumbres de las categorías animales con mayor y menor incertidumbre para cada año (*vacas lecheras* y *aves de corral*). Para los factores de emisión por defecto de metano se aplicó una incertidumbre de $\pm 30\%$ y un $\pm 100,0\%$ para las emisiones directas de N₂O. Finalmente, para las emisiones indirectas de N₂O se estimó una incertidumbre de $240,0\%$ con base en el promedio del rango mínimo y rango máximo de la incertidumbre del factor de emisión por defecto (80-400). El Anexo 2 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal, al igual que en la categoría *fermentación entérica*, se aplicó la misma fuente de datos de actividad para cada categoría animal, en el caso de la serie incompleta de *vacas lecheras* se aplicaron técnicas de empalmes de datos (datos sustitutos) con base en el porcentaje de correlación existente entre *vacas lecheras* y el total del ganado vacuno ($6,1\%$). Para la serie incompleta de *aves de corral* y *porcinos*, se replicó el valor del primer año disponible (2002) para completar la serie 1998-2001. Además, se aplicó la misma distribución de los animales en los diferentes SGE para toda la serie temporal. En el caso de los factores de emisión, se aplicaron los mismos valores por defecto para toda la serie temporal. De esta forma, la tendencia de los GEI de la categoría refleja variaciones reales con base en la existencia de la población animal del país.

5.3.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico, del mismo modo que para la *fermentación entérica*, se analizó la tendencia de la población animal, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos de DIGEGA del Ministerio de Agricultura y de ONE con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores. Además, se analizó cada fuente de datos de actividad para asegurarse que los valores proporcionados corresponden a la población promedio anual, de esa forma se identificó que, para el caso de *porcinos* y *aves de corral*, la información proporcionada por ONE correspondía al total anual de animales faenados, situación que fue subsanada. Además de lo anterior, en conjunto con el Ministerio de Agricultura se revisó y ajustó la distribución específica de los animales en los diferentes SGE del país, misma situación general con los valores de TAM para *vacas lecheras*, *otros vacunos*, *porcinos* y *aves de corral*.

Como medio de verificación, del mismo modo que para la *fermentación entérica*, se comparó la información nacional de *vacunos*, *porcinos* y *aves de corral* con la información disponible en FAOSTAT, si bien se detectaron diferencias, los expertos del Ministerio de Agricultura y ONE recomendaron utilizar las fuentes de datos nacionales.

5.3.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la actualización de información relacionada con la población animal, la distribución de los animales en los diferentes SGE del país (en el 1BUR solo se consideró animales en sistemas líquidos y en pastoreo directo) y los pesos utilizados (en el actual inventario se revisaron y ajustaron a la realidad nacional).

La **Tabla 5.18** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia un aumento del 5,0 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país, sin embargo, ante la falta de información del inventario anterior, no es posible determinar con exactitud los motivos de este incremento, por lo mismo, tampoco es posible evaluar el efecto de los nuevos cálculos en la tendencia.

Tabla 5.18

Comparación de las emisiones de GEI reportadas en el 1BUR y en el 1BTR (kt CO₂ eq)

Reporte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1BUR	388,4							
1BTR	407,8	417,1	425,0	431,6	437,9	438,2	440,9	442,3
Diferencia	19,4							
Diferencia %	5,0%							

Fuente: elaboración propia con base en el inventario incluido en el 1BUR.

5.3.7. Plan de mejora específico de la categoría

Tomando en consideración que la categoría *gestión del estiércol* aporta solo un 6,0 % de las emisiones del sector, no se contemplan mejoras específicas de carácter prioritario para esta categoría. Sin embargo, en línea con las mejoras planificadas para la población animal (reportadas en la categoría *fermentación entérica*) se tendrá por consiguiente una repercusión tendiente a la mejora de esta categoría.

Además, un potencial punto a mejorar —no prioritario— es determinar fracción de la distribución de los animales en los diferentes SGE del país que reflejen los cambios de las prácticas pecuarias a lo largo de la serie temporal y avanzar en la asignación de TAM específicos para las otras categorías de animales en las que se utilizaron valores de TAM por defecto del IPCC.

También es una mejora potencial el levantamiento de información con respecto a los biodigestores, ya que si bien este SGE se encuentra en el país, la opinión experta es que su presencia se limita a prácticamente parcelas de prueba, y hoy no se cuenta con datos disponibles que puedan ser de relevancia para el inventario de GEI.

5.4. Cultivo del arroz (CRT 3.C)

5.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales inundados. La cantidad anual de metano emitido desde una superficie dada de arroz estará en función de la cantidad y la duración de los cultivos de que se trate, de los regímenes hídricos previos al período de cultivo, y —en el transcurso de este— de los abonos orgánicos e inorgánicos del suelo. El tipo de suelo, la temperatura y el cultivar del arroz también afectan las emisiones de metano.

En el contexto nacional, el arroz es un cultivo de importancia fundamental y representa la tercera mayor superficie cosechada en el país, solo superado por el guineo y el plátano. En 2022, la superficie cosecha de arroz alcanzó las 197.836 ha, o el 8,6 % de la superficie cosechada total. El cultivo del arroz responde un régimen hídrico de irrigación y su periodo de cultivo corresponde a un promedio de 110 días.¹⁶

En 2022, las emisiones de la categoría *cultivo del arroz* contabilizaron 579,8 kt CO₂ eq (representando el 7,9 % del sector). Las emisiones de la categoría se han incrementado en un 78,0 % desde 1998 y en un 24,1 % desde 2015 debido al aumento sostenido de la superficie de arroz sembrado y cosechado, las variaciones que se observan en la tendencia responden directamente a las condiciones del mercado y a su oferta y demanda correspondiente (Tabla 5.19 y Figura 5.8).

Tabla 5.19

3.C. Cultivo del arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

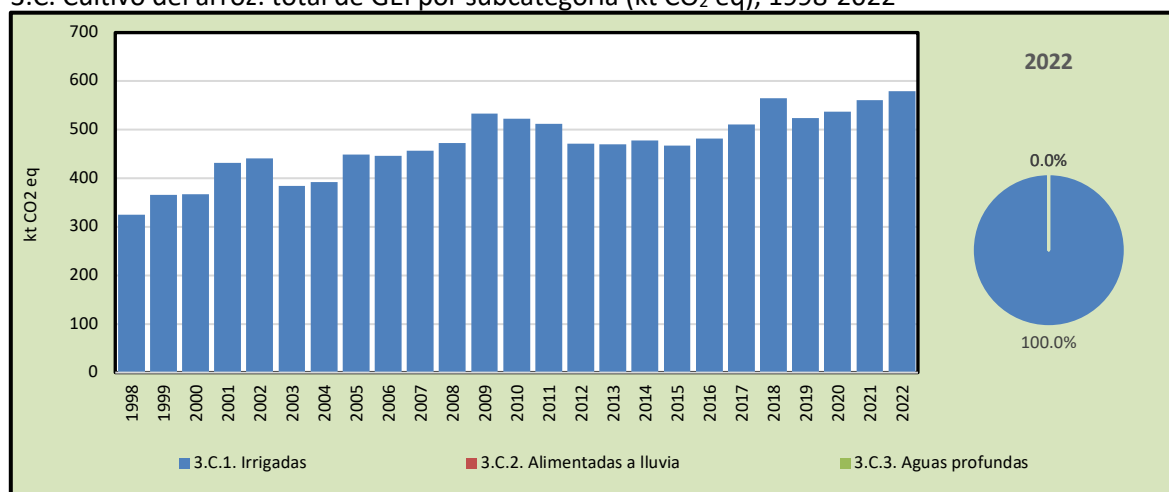
Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.C.1. Irrigadas	325,7	367,5	449,6	523,0	467,3	536,9	560,4	579,8
3.C.2. Alimentadas a lluvia	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.3. Aguas profundas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	325,7	367,5	449,6	523,0	467,3	536,9	560,4	579,8

Fuente: elaboración propia.

¹⁶ Dictamen de expertos de Bioarroz, Ministerio de Agricultura de República Dominicana

Figura 5.8

3.C. Cultivo del arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. En el caso particular de la categoría *cultivo del arroz* se aplicó la Ecuación 5.1 para estimar las emisiones producidas por el cultivo del arroz y la Ecuación 5.2 para ajustar el factor de emisión de metano (capítulo 5, volumen 4).

Las emisiones de metano se estiman multiplicando el factor de emisión diario por período de cultivo de arroz y por la superficie de cosecha anual. En su forma más simple, la Ecuación 5.1 se aplica utilizando datos de la actividad nacionales, es decir, período de cultivo de arroz promedio (110 días) y la superficie cosechada a nivel nacional (la cual alcanzó las 197.835,6 ha en 2022) y un único factor de emisión.

5.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de la superficie de arroz cosechada para toda la serie 1998-2022 provienen de las estadísticas agropecuarias del Ministerio de Agricultura y validadas por ONE (Tabla 5.20).

Con lo que respecta al periodo de cultivo del arroz, los expertos de Biarroz del Ministerio de Agricultura determinaron un periodo de 110 días como promedio nacional.

Tabla 5.20

Superficie de cosecha anual de arroz, ha año⁻¹

Año	Irrigadas
1998	111.122,8
1999	124.719,6
2000	125.380,8
2001	147.430,0
2002	150.373,8
2003	131.127,5
2004	133.960,5
2005	153.385,5
2006	152.312,6
2007	155.674,8
2008	161.287,6
2009	182.011,7
2010	178.429,9
2011	174.737,8
2012	160.903,3
2013	160.370,3
2014	163.157,0
2015	159.423,3
2016	164.186,3
2017	174.388,9
2018	192.604,1
2019	178.727,5
2020	183.178,7
2021	191.193,5
2022	197.835,6

Fuente: elaboración propia con base en Ministerio de Agricultura y ONE

5.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Como punto de partida, se emplea un factor de emisión básico para campos no inundados durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz, permanentemente inundados durante el período de cultivo del arroz y sin abonos orgánicos (EF_c). El valor por defecto del IPCC para EF_c es de 1,3 kg CH₄ ha⁻¹ día⁻¹ (Cuadro 5.11, capítulo 5, volumen 4).

Los factores de ajuste empleados para dar cuenta de las distintas condiciones nacionales, en línea con la Ecuación 5.2 (capítulo 5, volumen 4), fueron:

- régimen hídrico durante el período de cultivo (SF_w) igual a 0,60 (Cuadro 5.12), correspondiente a cultivos irrigados e inundados intermitentemente – aireación simple; y
- régimen hídrico previo al período de cultivo (SF_p) igual a 1,22 (Cuadro 5.13), correspondiente al valor agregado.

Finalmente, el factor de emisión diario ajustado para una superficie de cosecha dada (EF_i) estimado corresponde a $0,95 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

5.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1

5.4.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 5.5.4 (capítulo 5, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, para los datos de actividad se aplicó una incertidumbre de $\pm 10 \%$, mientras que para el EF_i se estimó una incertidumbre combinada de $\pm 62,3 \%$ con base en la combinación de la incertidumbre de los promedios de los rangos mínimos y máximos de EF_c , SF_w y SF_p . El Anexo 2 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal se aplicó la misma fuente de datos de actividad de la superficie cosechada de arroz. En el caso del factor de emisión básico y sus factores de ajuste, así como el periodo de cultivo, se aplicaron los mismos valores para toda la serie. De esta forma, la tendencia de los GEI de la categoría refleja las variaciones reales de la superficie cosechada que, a su vez, responde a las variables del mercado.

5.4.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico, se analizó la tendencia de la superficie cosechada de arroz, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos de Bioarroz del Ministerio de Agricultura con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores, se concluye que las variaciones reflejan la dinámica propia del mercado nacional. Además de lo anterior, en conjunto con el Ministerio de Agricultura se revisó el periodo de cultivo y la pertinencia de los factores de ajuste para reflejar de mejor forma las circunstancias nacionales.

Como medio de verificación, se comparó la información nacional de superficie cosechada de cultivo del arroz con la información disponible en FAOSTAT, si bien se detectaron diferencias muy menores y no significativas, los expertos del Ministerio de Agricultura recomendaron utilizar las fuentes de datos nacionales.

5.4.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la inclusión de factores de ajuste al factor de emisión básico y al periodo de cultivo del arroz.

La **Tabla 5.21** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia una disminución del $-12,4 \%$ del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país, sin embargo, ante la falta de información del inventario anterior, no es posible determinar con exactitud los motivos de esta disminución, por lo mismo, tampoco es posible evaluar el efecto de los nuevos cálculos en la tendencia.

Tabla 5.21Comparación de las emisiones de GEI reportadas en el 1BUR y en el 1BTR (kt CO₂ eq)

Reporte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1BUR	533,3							
1BTR	467,3	481,2	511,1	564,5	523,8	536,9	560,4	579,8
Diferencia	-66,0							
Diferencia %	-12,4%							

Fuente: elaboración propia con base en el inventario incluido en el 1BUR.

5.4.7. Plan de mejora específico de la categoría

En República Dominicana, el cultivo del arroz es el segundo cultivo en términos de superficie cosecha, sin embargo, aporta con solo el 7,9 % de las emisiones de GEI del sector, por lo tanto, es importante poder avanzar en la inclusión de las condiciones nacionales que inciden sobre las emisiones de metano producidas por el cultivo del arroz.

En este sentido, se requiere avanzar en la inclusión de características como: diferencias regionales en las prácticas del cultivo del arroz, existencia de múltiples cultivos en el año, caracterización de los regímenes hídricos, aplicación de agregados orgánicos a los suelos y cualquier otra condición pertinente como tipo de suelo, cultivar del arroz, etc. Sin embargo, por el momento, las mejoras en esta categoría no son prioridad.

5.5. Suelos agrícolas (CRT 3.D)

5.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de N₂O (directas e indirectas) que se generan desde los suelos agrícolas debido al incremento del N disponible que aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementa la producción de N₂O. Las emisiones de N₂O producidas por agregados antropogénicos de N o por mineralización del N se producen tanto por vía directa (es decir, directamente de los suelos a los que se agrega o libera el N) y a través de dos vías indirectas: (i) a partir de la volatilización de NH₃ y NO_x de suelos agrícolas y del quemado de biomasa, y la subsiguiente nueva deposición de estos gases y sus productos NH₄⁺ y NO₃⁻ en suelos y aguas; y (ii) después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como NO₃⁻, de suelos agrícolas.

En el contexto nacional, se incluyen los agregados antropogénicos de fertilizantes de N sintético (F_{SN}); N orgánico aplicado como fertilizante (estiércol animal) (F_{ON}); N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo (F_{PRP}); y el N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) (F_{CR}), contabilizando tanto emisiones directas como indirectas de N₂O. Por otra parte, la mineralización de N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales (F_{SOM}); y el drenaje/la gestión de suelos orgánicos (F_{OS}) no fueron incluidos debido a la falta de información.

En 2022, las emisiones de la categoría *suelos agrícolas* contabilizaron 1.404,1 kt CO₂ eq (representando el 19,0 % del sector). Las emisiones de la categoría se han incrementado en un 80,8 % desde 1998 y han disminuido en un 12,1 % desde 2015, esta tendencia está correlacionada directamente con la cantidad de animales en pastoreo directo, en donde la orina y el estiércol es depositado directamente sobre los suelos (**Tabla 5.22** y **Figura 5.9**). Las emisiones directas de N₂O aportan el 77,1 % de las emisiones de la categoría, mientras que las emisiones indirectas de N₂O aportan el restante 22,9 %. Con respecto a la contribución de GEI de cada subcategoría de forma individual, el mayor porcentaje de emisiones corresponde a *orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* con un 43,3 %; seguido de *fertilizantes inorgánicos* con un 15,7 %; *fertilizantes orgánicos* con un 14,1 %; *lixiviación y escurrimiento* con 13,4 %; *deposición atmosférica* con un 9,5 %; y, finalmente, *residuos de cosechas* con un menor aporte del 4,0 %.

Tabla 5.22

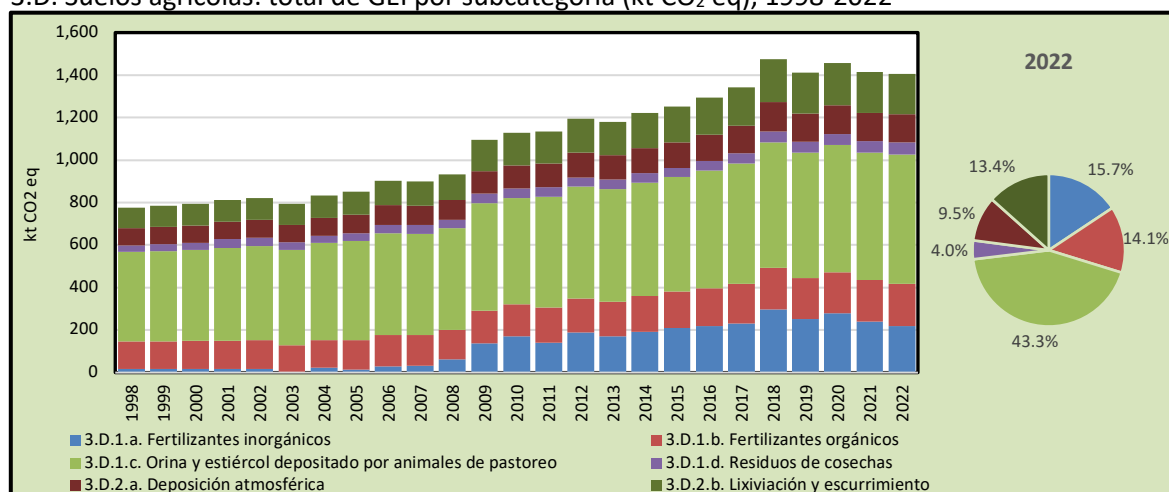
3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	17,7	17,7	13,7	172,0	211,1	280,3	240,5	220,0
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	128,7	131,2	138,4	149,7	170,2	192,8	195,2	197,9
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado...	421,6	429,3	467,6	498,9	538,5	598,2	600,4	608,4
3.D.1.d. Residuos de cosechas	30,9	33,8	37,2	47,1	43,8	50,0	52,4	55,8
3.D.1.e. Mineralización de la MOS	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.D.1.g. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.D.2.a. Deposición atmosférica	79,5	80,6	87,0	108,1	120,4	137,9	134,7	134,0
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	98,4	100,3	107,7	151,5	169,0	197,9	190,4	188,0
Total	776,7	792,9	851,6	1.127,3	1.252,9	1.457,2	1.413,6	1.404,1

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.9

3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. A continuación, se explica los métodos utilizados para cada tipo de emisión.

Emisiones directas de óxido nitroso de los suelos agrícolas

En su forma básica, las *emisiones directas de N₂O de los suelos agrícolas* se estimaron siguiendo la Ecuación 11.1 (capítulo 11, volumen 4) en donde la estimación de las emisiones directas anuales de N₂O—N se realizan por medio a de sumatoria de cada agregado antropogénico de N que se multiplica por su factor de emisión respectivo.

Emisiones indirectas de óxido nitroso de los suelos agrícolas

En el caso de las *emisiones indirectas de N₂O de los suelos agrícolas*, estas se estimaron utilizando la Ecuación 11.9 para la *deposición atmosférica* y la Ecuación 11.10 para la *lixiviación y escurrimiento*. A diferencia de la Ecuación 11.1, las Ecuaciones 11.9 y 11.10 requieren, además, de la fracción de N de F_{SN} que se volatiliza como NH₃ y NO_x (Frac_{GASF}), y la fracción de materiales fertilizantes de N de F_{ON} y de N de F_{PRP} que se volatiliza como NH₃ y NO_x (Frac_{GASM}) para las *deposiciones atmosféricas* y la fracción de todo el N agregado o mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento (Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}) para la *lixiviación y escurrimiento*.

Conversión de emisiones de N₂O—N a emisiones de N₂O

Finalmente, se realiza la conversión de emisiones de N₂O—N en emisiones de N₂O empleando la siguiente ecuación: N₂O = N₂O—N • 44/28

5.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Emissiones directas de N₂O de los suelos agrícolas

Con respecto a la **cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético** (F_{SN}), ONE proporcionó directamente la información de las toneladas importadas y exportadas de urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, nitrato de sodio, nitrato de amonio calcáreo y nitrato de calcio para la serie 2002-2022 (esta información se obtiene desde las partidas arancelarias de la DGA). Con base en esta información, y tomando en consideración que no se producen fertilizantes nitrogenados en el país, se estimó el consumo aparente con fines agrícolas (importación — exportación) y, posteriormente, se utilizó el contenido de N de cada fertilizante para obtener la cantidad total anual de N aplicado a los suelos. Finalmente, la serie 1998-2021 fue completada replicando los valores del primer año disponible (**Tabla 5.23**). Es importante mencionar que, con el fin de evitar el doble cómputo de emisiones en los sectores de Agricultura y UTCUTS, se asume que todo el fertilizante sintético y otros insumos para el encalado se aplican solamente en los suelos agrícolas (tierras de cultivo) y no en otros usos de la tierra.

Tabla 5.23

Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N año⁻¹

Año	Urea	Sulfato de Amonio	Nitrato de Amonio	Nitrato de Sodio	Nitrato de Amonio Calcáreo	Nitrato de Calcio	Total
1998	2.801.033,0	1.389.454,4	56.909,8	800,2	NO	NO	4.248.197,4
1999	2.801.033,0	1.389.454,4	56.909,8	800,2	NO	NO	4.248.197,4
2000	2.801.033,0	1.389.454,4	56.909,8	800,2	NO	NO	4.248.197,4
2001	2.801.033,0	1.389.454,4	56.909,8	800,2	NO	NO	4.248.197,4
2002	2.801.033,0	1.389.454,4	56.909,8	800,2	NO	NO	4.248.197,4
2003	NO	NO	20.660,8	815,1	NO	NO	21.476,0
2004	5.544.389,8	NO	30.744,9	381,2	NO	34.720,0	5.610.236,0
2005	3.210.250,1	NO	73.632,3	5.217,2	NO	NO	3.289.099,6
2006	6.905.376,3	48.089,5	67.804,7	10.053,1	NO	NO	7.031.323,6
2007	5.883.386,5	1.247.269,7	285.338,5	NO	NO	NO	7.415.994,8
2008	13.558.100,4	1.506.627,2	9.078,0	NO	NO	155,0	15.073.960,7
2009	27.043.076,6	6.183.306,8	41.918,6	NO	NO	29.566,3	33.297.868,2
2010	33.536.670,2	7.685.845,4	6.811,6	NO	NO	62.620,0	41.291.947,1
2011	25.986.120,4	7.231.632,5	319.668,0	1.728,0	NO	114.080,0	33.653.228,9
2012	30.509.936,7	14.669.155,1	350.200,7	1.351,2	58.320,0	3.720,0	45.592.683,6
2013	28.866.278,3	12.005.216,2	271.869,1	320,0	NO	40.920,0	41.184.603,6
2014	32.208.620,8	12.710.304,4	921.270,9	5.248,1	NO	97.114,5	45.942.558,7
2015	35.530.890,5	14.250.607,5	862.240,0	2.686,1	NO	49.522,5	50.695.946,6
2016	36.241.149,2	15.051.594,1	1.324.725,0	1.149,6	NO	137.035,5	52.755.653,4
2017	37.729.659,3	15.782.684,8	2.192.456,0	1.663,2	NO	76.957,5	55.783.420,7
2018	52.718.983,6	16.510.951,4	2.030.201,5	3.342,7	NO	134.617,5	71.398.096,7
2019	45.498.374,5	12.107.260,7	2.850.366,2	3.066,4	NO	212.551,5	60.671.619,3
2020	51.788.077,2	13.342.007,8	1.951.600,0	2.790,0	NO	229.555,1	67.314.030,1
2021	39.313.519,7	16.086.086,5	2.193.000,0	4.818,3	NO	167.508,5	57.764.933,1
2022	34.137.056,0	16.282.868,5	2.390.064,0	3.261,0	6.750,0	10.386,6	52.830.386,1

Nota 1: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2002 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Nota 2: los contenidos de N utilizados para cada fertilizante son los siguientes: urea (46,0 %); sulfato de amonio (21,0 %); nitrato de amonio (34,0 %); nitrato de sodio (16,0 %); nitrato de amonio calcáreo (27,0 %); y nitrato de calcio (15,5 %).

Nota 3: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE y DGA.

Con respecto a la **cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos** (F_{ON}), esta fue estimada utilizando la Ecuación 11.3 (capítulo 11, volumen 4) en donde se suman las cantidades de N del estiércol animal (F_{AM}), de los barros cloacales (F_{SEW}), del compost (F_{COMP}) y de otros abonos orgánicos utilizados como fertilizantes (F_{OOA}) y que son aplicados a los suelos. De este conjunto de insumos, solo se contabilizó F_{AM} . Para la estimación de F_{AM} se utiliza la Ecuación 10.34 (capítulo 10, volumen 4) correspondiente a la cantidad de N de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos agrícolas (N_{MMS_Avb}). Esta ecuación reduce la cantidad total de N excretado por los animales en SGE (Tabla 5.12) restándole las pérdidas de N producidas por volatilización (es decir, NH_3 , N_2 y NO_x), conversión a N_2O y pérdidas por lixiviación y escurrimiento ($Frac_{LOSSMS}$). Los $Frac_{LOSSMS}$ utilizados fueron valores por defecto del Cuadro 10.23 (capítulo 10, volumen 4) ajustados por los expertos nacionales, estos valores se compilan en la Tabla 5.24. La estimación de la cantidad de N de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos agrícolas (que es el equivalente a F_{AM}) se presenta en la Tabla 5.25. Es importante resaltar que no existe evidencia de que el estiércol animal tenga otros usos y finalidades que sean diferentes a la aplicación sobre los suelos con fines de fertilización y mejoramiento de esos suelos agrícolas.

Tabla 5.24

Cantidad de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado que se pierde en los SGE, %

Categoría animal	Líquido/fango	Almacenamiento o sólido	Corral de engorde	Distribución diaria	Camas profundas para vacunos y porcinos	Estiércol de aves de corral con hojarasca
Vacas lecheras	40,0%	40,0%		22,0%		
Otros vacunos	40,0%	50,0%	40,0%	22,0%	40,0%	
Porcinos	48,0%	50,0%	40,0%	22,0%	50,0%	
Aves de corral						50,0%

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 10.23, capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.25

Cantidad de N de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos agrícolas, kg N año⁻¹

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Porcinos	Aves de corral	Total
1998	3.397.973,6	18.016.546,6	5.503.037,7	3.984.721,2	30.902.279,0
1999	3.444.927,1	18.265.501,0	5.503.037,7	3.984.721,2	31.198.187,0
2000	3.492.529,4	18.517.895,5	5.503.037,7	3.984.721,2	31.498.183,9
2001	3.540.789,6	18.773.777,7	5.503.037,7	3.984.721,2	31.802.326,1
2002	3.589.716,6	19.033.195,6	5.503.037,7	3.984.721,2	32.110.671,0
2003	3.639.319,6	19.296.198,2	4.552.454,4	3.647.693,3	31.135.665,5
2004	3.689.608,1	19.562.835,0	3.522.844,4	4.253.810,4	31.029.097,9
2005	3.740.591,5	19.833.156,2	4.359.452,5	5.297.922,9	33.231.123,1
2006	4.886.455,0	19.731.154,2	5.068.883,4	5.604.306,5	35.290.799,2
2007	3.864.077,2	20.378.390,1	4.824.358,0	5.745.794,4	34.812.619,7
2008	2.929.061,0	20.999.688,6	4.272.385,7	5.157.473,1	33.358.608,5
2009	6.922.627,1	19.931.221,6	4.245.902,0	5.354.918,3	36.454.669,0
2010	5.096.038,5	20.867.292,3	4.470.669,4	5.504.378,8	35.938.378,9
2011	7.524.521,4	20.345.192,4	6.896.779,9	5.385.842,6	40.152.336,4
2012	7.587.501,8	20.640.413,6	5.169.426,9	4.969.927,7	38.367.270,0
2013	7.142.110,5	21.114.736,2	5.227.051,6	5.369.677,6	38.853.576,0
2014	6.927.998,4	21.514.009,2	6.388.557,9	5.803.035,5	40.633.601,0
2015	6.856.487,2	21.868.771,9	6.472.539,7	5.662.713,1	40.860.511,9
2016	8.248.163,7	21.725.212,4	6.611.407,9	6.049.252,4	42.634.036,5
2017	9.599.556,0	21.600.123,8	6.705.826,4	6.337.592,3	44.243.098,6
2018	12.475.378,6	20.955.791,6	6.651.098,7	6.555.529,1	46.637.798,0
2019	11.182.648,6	21.748.908,2	6.959.768,1	6.422.636,9	46.313.961,8
2020	11.822.931,5	21.882.485,4	7.064.960,3	5.518.778,8	46.289.155,9
2021	11.155.265,9	22.470.479,5	6.678.384,9	6.564.539,5	46.868.669,8
2022	11.500.710,0	22.715.230,9	6.402.206,7	6.903.871,9	47.522.019,5

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la **cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas** (F_{PRP}) esta fue estimada utilizando la Ecuación 11.5 (capítulo 11, volumen 4). La ecuación —así como el método y sus variables $N_{(T)}$, N_{ex} y MS — se explican en detalle en la categoría *gestión del estiércol*. La **Tabla 5.26** presenta el F_{PRP} estimado.

Tabla 5.26

Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N año⁻¹

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Ovinos	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Aves de corral	Total
1998	4.799.397,7	33.935.276,1	1.614.249,0	2.700.270,0	13.186.866,0	6.100.646,5	80.499,4	62.417.204,7
1999	4.865.716,2	34.404.197,1	1.260.955,7	2.452.580,2	13.186.866,0	6.177.041,0	80.499,4	62.427.855,7
2000	4.932.951,2	34.879.597,7	1.260.955,7	2.676.642,6	13.186.866,0	6.177.041,0	80.499,4	63.194.553,6
2001	5.001.115,2	35.361.567,5	1.267.472,4	2.811.656,1	13.586.468,0	6.329.830,0	80.499,4	64.438.608,7
2002	5.070.221,1	35.850.197,2	1.450.097,8	2.820.462,0	13.666.388,4	6.329.830,0	80.499,4	65.267.695,9
2003	5.140.281,9	36.345.578,8	1.458.802,8	2.827.782,8	13.686.368,5	6.351.657,0	73.690,8	65.884.162,6
2004	5.211.310,9	36.847.805,6	2.245.599,7	3.307.830,8	13.686.368,5	6.351.657,0	85.935,6	67.736.508,0
2005	5.283.321,3	37.356.972,3	3.030.005,2	3.624.362,4	13.786.269,0	6.351.657,0	107.028,7	69.539.615,9
2006	6.901.772,6	37.164.845,3	2.955.869,3	3.652.865,3	13.886.169,5	6.351.657,0	113.218,3	71.026.397,3
2007	5.457.736,2	38.383.953,9	2.941.520,4	3.633.363,3	13.986.070,0	6.351.657,0	116.076,7	70.870.377,4
2008	4.137.091,8	39.554.208,0	2.941.520,4	3.643.864,4	13.986.070,0	6.351.657,0	104.191,4	70.718.602,9
2009	9.777.721,9	37.541.684,6	2.851.839,9	3.558.355,8	13.986.070,0	6.351.657,0	108.180,2	74.175.509,4
2010	7.197.794,5	39.304.831,3	2.869.776,0	3.375.337,5	13.986.070,0	6.351.657,0	111.199,6	73.196.665,9
2011	10.627.855,1	38.321.424,0	2.929.563,0	3.450.345,0	13.986.070,0	6.351.657,0	108.804,9	75.775.719,1
2012	10.716.810,5	38.877.491,5	2.947.499,1	3.480.348,0	14.065.990,4	6.482.619,0	100.402,6	76.671.161,0
2013	10.087.726,8	39.770.907,3	2.965.435,2	3.525.352,5	14.185.871,0	6.548.100,0	108.478,3	77.191.871,1
2014	9.785.308,4	40.522.962,6	2.989.350,0	3.540.354,0	14.185.871,0	6.548.100,0	117.233,0	77.689.179,1
2015	9.684.304,0	41.191.179,9	2.989.350,0	3.547.704,7	14.243.453,6	6.547.881,7	114.398,2	78.318.272,2
2016	11.649.948,8	40.920.776,8	2.977.392,6	3.553.315,3	14.309.148,2	6.548.645,7	122.207,1	80.081.434,5
2017	13.558.694,9	40.685.164,8	2.989.350,0	3.556.690,6	14.374.403,2	6.560.257,6	128.032,2	81.852.593,4
2018	17.620.591,2	39.471.525,2	3.007.214,4	3.558.520,8	14.435.462,4	6.580.731,4	132.434,9	84.806.480,3
2019	15.794.701,5	40.965.409,2	3.097.971,0	3.420.492,0	14.484.733,3	6.609.717,6	129.750,2	84.502.774,9
2020	16.699.055,8	41.217.010,1	3.079.138,1	3.397.179,7	14.502.955,2	6.624.232,6	111.490,5	85.631.062,0
2021	15.756.025,2	42.324.533,3	3.094.814,3	3.461.086,1	14.543.275,0	6.641.432,3	132.617,0	85.953.783,1
2022	16.243.940,7	42.785.537,6	3.110.478,5	3.419.321,9	14.583.594,9	6.658.631,9	139.472,2	86.940.977,6

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la **cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos** (F_{CR}), fue estimada utilizando la Ecuación 11.6 (capítulo 11, volumen 4). La información sobre el rendimiento anual para el cultivo (**Tabla 5.27**) y la superficie anual de cosecha del cultivo (**Tabla 5.28**) fue provista por ONE en una serie 2000-2022 mayormente, por lo tanto, para completar los valores 1998 y 1999 de algunos cultivos, se replicaron los valores del primer año disponible, o sea, 2000. Todas las otras variables y datos paramétricos de la Ecuación 11.6 fueron valores por defecto del Cuadro 11.2 (capítulo 11, volumen 4) para cada cultivo respectivo. La **Tabla 5.29** presenta el F_{CR} estimado. Es importante indicar que, debido a la falta de información sobre los balances de masa y los destinos finales de los residuos agrícolas, se asumió que todos los residuos son incorporados a los suelos, por lo tanto, no hay remoción de cultivos que se extraen para otros destinos (por ejemplo, alimentos, camas y construcción). Tampoco se incluye superficie quemada o una fracción de residuos que son quemados, lo cual es el motivo para no estimar ni reportar emisiones de la categoría *quema de residuos agrícolas en el campo* (CRT 3.F). Este tema será abordado en el próximo NID del país.

Tabla 5.27

Rendimiento anual para los cultivos, kg ha⁻¹

Año	Cereales			Oleaginosas	Leguminosas				Raíces y Tubérculos					
	Arroz	Maíz	Sorgo	Maní	Habichuela roja	Habichuela negra	Habichuela blanca	Guandul	Papa	Batata	Yuca	Ñame	Yautía	Mapuey
1998	2.777,2	1.300,1	2.412,5	1.173,3	749,5	1.397,2	521,7	838,2	14.240,5	6.055,9	6.536,7	6.491,7	7.936,3	NO
1999	2.933,3	1.263,3	2.538,3	1.173,3	851,2	4.556,1	521,7	896,1	14.240,5	6.055,9	6.536,7	6.491,7	7.936,3	NO
2000	2.967,7	1.234,3	2.491,5	1.173,3	737,1	655,3	521,7	1.005,6	14.240,5	6.055,9	6.536,7	6.491,7	7.936,3	NO
2001	3.181,7	1.339,0	2.896,5	1.202,4	775,8	642,4	580,4	842,1	18.380,5	6.024,9	6.976,5	6.277,0	7.662,2	NO
2002	3.158,5	1.295,9	1.937,8	1.025,4	676,9	601,1	476,0	906,3	16.634,8	6.051,6	6.992,4	6.739,5	7.909,7	NO
2003	3.015,5	1.417,6	2.107,3	1.080,7	826,5	646,6	663,9	944,9	18.365,5	6.494,3	7.310,7	6.932,6	11.143,2	NO
2004	2.798,0	1.492,4	1.969,0	1.337,4	814,3	649,7	632,9	1.012,7	17.961,7	6.414,4	6.550,5	6.459,0	13.085,6	NO
2005	2.733,1	1.420,6	2.053,4	1.123,8	828,1	616,0	622,5	1.003,1	22.076,0	6.233,8	6.655,8	5.633,7	6.429,6	NO
2006	3.046,3	1.390,0	2.051,5	1.144,0	892,4	745,4	674,8	918,2	22.213,5	7.014,8	7.218,3	6.398,7	5.903,6	NO
2007	3.120,4	1.335,0	1.792,1	1.214,4	952,1	669,3	699,5	951,7	21.634,4	7.569,5	7.558,8	6.484,8	6.288,6	NO
2008	3.137,5	1.453,1	2.174,6	1.246,2	815,0	491,5	787,7	808,0	20.545,1	7.103,0	7.514,1	6.942,7	6.199,4	NO
2009	3.029,3	1.464,4	1.935,8	1.274,9	1.051,0	687,1	842,1	1.061,5	21.968,0	7.747,1	7.718,2	7.016,4	6.458,1	NO
2010	3.179,6	1.681,8	2.113,9	1.433,6	1.011,1	760,5	797,0	1.003,2	23.731,6	8.134,3	8.460,6	6.933,1	6.588,2	NO
2011	3.154,1	1.622,9	1.466,5	1.483,1	1.002,9	763,4	658,2	1.068,9	23.621,0	8.090,8	7.868,5	6.713,1	6.531,3	NO
2012	3.056,7	1.567,5	1.458,5	1.518,6	1.034,5	720,1	871,7	1.110,5	24.263,0	8.101,2	7.508,3	6.622,8	6.312,9	NO
2013	3.342,4	1.576,4	1.530,3	1.292,8	1.058,0	998,2	852,5	1.114,2	25.660,3	7.981,2	7.458,5	6.343,2	5.907,8	NO
2014	3.260,8	1.485,5	1.289,8	1.257,8	1.039,5	807,5	884,1	1.066,5	26.705,3	8.268,4	7.609,2	6.436,1	6.228,4	NO
2015	3.360,8	1.450,3	1.317,1	1.339,7	973,3	769,7	769,4	983,7	26.681,5	7.774,8	7.098,6	6.580,6	6.657,4	NO
2016	3.391,7	1.646,9	1.481,4	1.339,9	1.022,4	812,1	1.013,7	1.029,3	26.713,8	7.892,3	7.250,0	6.663,9	6.825,2	NO
2017	3.373,4	1.711,6	1.497,2	1.351,8	1.080,1	862,0	980,0	1.056,0	26.719,6	7.881,5	7.337,7	6.551,8	6.805,6	NO
2018	3.257,5	1.708,4	1.477,8	1.350,4	1.089,5	899,2	1.027,6	1.082,1	26.667,1	7.916,7	7.408,6	6.544,1	6.763,6	6.456,0
2019	3.577,1	1.703,0	1.364,9	1.405,8	1.091,4	929,1	1.022,1	1.094,4	26.852,1	7.933,5	7.568,2	6.568,0	6.695,3	6.487,7
2020	3.345,4	1.777,2	1.942,8	1.551,0	1.153,7	929,5	884,7	1.084,4	26.641,8	8.372,3	7.745,9	7.053,0	7.553,8	6.178,8
2021	3.421,4	1.798,9	1.444,1	1.551,6	1.168,1	935,0	885,3	1.088,9	26.608,0	8.400,5	7.782,7	7.058,0	7.543,4	6.175,5
2022	3.381,9	1.845,5	1.439,2	1.599,9	1.231,7	903,3	889,4	1.119,9	27.534,2	8.578,0	4.852,0	7.606,5	9.053,1	6.024,5

Nota 1: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2000 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Nota 2: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE.

Tabla 5.28

Superficie anual de cosecha de los cultivos, ha año⁻¹

Año	Cereales			Oleaginosas	Leguminosas				Raíces y Tubérculos					
	Arroz	Maíz	Sorgo	Maní	Habichuela roja	Habichuela negra	Habichuela blanca	Guandul	Papa	Batata	Yuca	Ñame	Yautía	Mapuey
1998	111.122,8	28.494,5	3.345,7	1.944,9	28.073,0	1.630,8	851,5	23.950,8	1.748,1	6.079,6	19.129,9	2.092,1	6.179,7	NO
1999	124.719,6	24.000,3	3.084,3	1.944,9	25.831,2	724,3	851,5	25.816,2	1.748,1	6.079,6	19.129,9	2.092,1	6.179,7	NO
2000	125.380,8	19.378,6	1.933,6	1.944,9	23.523,1	6.537,4	851,5	25.300,5	1.748,1	6.079,6	19.129,9	2.092,1	6.179,7	NO
2001	147.430,0	27.271,2	4.356,8	2.307,2	32.887,3	6.733,2	723,4	23.864,8	3.520,3	5.366,0	17.755,7	2.874,3	5.154,1	NO
2002	150.373,8	23.355,5	2.661,3	3.351,2	37.019,1	6.337,4	1.039,0	29.296,7	2.920,4	5.344,3	17.196,4	3.273,3	7.511,3	NO
2003	131.127,5	31.031,4	1.878,5	2.309,2	28.121,8	8.037,5	884,7	28.356,8	2.683,6	5.219,0	16.908,6	3.557,7	7.123,0	NO
2004	133.960,5	25.267,1	2.866,9	2.128,4	18.030,3	11.391,8	1.154,4	21.994,0	2.048,8	4.304,5	13.817,9	2.531,6	5.296,2	NO
2005	153.385,5	24.757,1	926,0	2.625,8	19.365,0	10.248,2	626,8	17.895,5	2.155,0	5.832,8	14.764,2	2.728,9	4.737,9	NO
2006	152.312,6	22.229,6	301,6	2.204,8	20.422,4	13.770,3	714,4	26.403,6	1.905,9	4.097,2	17.783,9	3.915,8	4.477,6	NO
2007	155.674,8	22.043,8	821,4	2.591,2	21.103,3	12.188,2	398,9	20.444,9	1.931,8	4.809,0	16.994,2	4.416,9	4.739,5	NO
2008	161.287,6	18.949,7	264,9	1.968,9	19.815,5	10.026,7	227,7	22.257,5	1.661,0	5.387,1	14.145,5	4.165,5	3.930,1	NO
2009	182.011,7	23.925,0	410,5	3.072,3	20.262,6	13.194,1	287,9	24.781,6	1.979,2	6.085,7	21.467,2	3.920,4	4.494,8	NO
2010	178.429,9	20.857,8	544,1	2.679,0	20.678,7	15.425,8	478,1	23.461,1	2.207,2	6.558,1	24.220,5	3.888,4	4.496,1	NO
2011	174.737,8	21.832,4	1.528,4	2.866,7	21.238,3	16.409,8	849,6	23.217,3	2.267,8	5.746,9	23.485,2	4.200,2	5.040,1	NO
2012	160.903,3	26.534,2	1.356,0	2.567,7	20.062,2	15.566,2	490,9	25.212,8	2.498,1	5.491,7	22.642,0	4.316,0	5.163,3	NO
2013	160.370,3	28.809,6	2.547,0	4.083,5	20.403,0	18.349,7	567,5	24.103,2	2.522,0	6.185,0	23.539,9	4.214,7	4.926,4	NO
2014	163.157,0	24.215,7	1.236,8	4.219,5	20.753,1	18.892,6	584,8	23.087,7	2.516,2	5.420,3	23.441,6	3.912,4	4.524,5	NO
2015	159.423,3	23.481,4	1.437,8	3.797,7	17.237,4	12.684,2	529,7	21.294,5	2.730,8	5.313,4	22.456,3	4.414,2	4.686,2	NO
2016	164.186,3	25.299,2	766,2	4.370,1	19.681,9	16.073,5	759,7	20.809,9	3.149,2	6.160,5	23.103,3	4.527,9	4.521,8	NO
2017	174.388,9	25.711,8	771,7	4.684,4	18.534,5	17.400,4	774,7	21.745,0	3.149,8	6.192,8	23.685,4	5.018,6	4.895,1	NO
2018	192.604,1	26.153,6	666,7	4.776,4	18.441,4	19.238,6	635,5	22.874,5	3.320,8	6.664,4	21.671,3	4.801,1	4.628,9	129,6
2019	178.727,5	29.266,9	496,6	5.259,9	19.514,8	21.501,1	728,6	23.306,9	3.502,7	6.914,3	23.200,1	4.923,6	4.534,2	138,6
2020	183.178,7	28.503,8	245,2	3.990,7	16.990,8	17.688,5	804,3	20.662,2	3.345,3	6.825,1	21.640,5	4.292,7	4.799,9	125,1
2021	191.193,5	30.421,8	222,9	4.059,9	17.541,1	18.315,9	813,8	20.432,2	3.412,6	6.928,9	21.578,6	4.468,6	4.794,7	128,6
2022	197.835,6	34.042,8	155,8	4.190,2	17.450,6	19.038,4	834,3	20.815,3	3.356,7	7.256,2	36.357,3	4.874,6	5.551,2	290,2

Nota 1: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2000 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Nota 2: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE.

Tabla 5.29

Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) devueltos a los suelos, kg N año⁻¹

Año	Cereales			Oleaginosas	Leguminosas				Raíces y Tubérculos						Total
	Arroz	Maíz	Sorgo	Maní	Habichuela roja	Habichuela negra	Habichuela blanca	Guandul	Papa	Batata	Yuca	Ñame	Yautía	Mapuey	
1998	4.904.985,7	430.990,8	99.101,8	95.945,6	344.273,2	25.878,6	9.362,9	418.093,0	67.666,9	180.823,5	579.054,7	63.225,1	196.534,3	NO	7.415.936,2
1999	5.669.016,3	355.866,9	94.342,0	95.945,6	331.397,0	24.228,6	9.362,9	467.361,5	67.666,9	180.823,5	579.054,7	63.225,1	196.534,3	NO	8.134.825,5
2000	5.735.365,3	282.782,5	58.448,3	95.945,6	286.851,6	76.744,8	9.362,9	488.999,4	67.666,9	180.823,5	579.054,7	63.225,1	196.534,3	NO	8.121.805,0
2001	7.009.570,4	421.071,4	145.268,6	115.098,9	408.128,8	78.557,1	8.190,4	417.632,9	152.235,8	159.419,2	546.011,5	86.187,4	162.367,6	NO	9.709.740,2
2002	7.120.138,8	352.474,6	69.112,0	155.881,2	439.013,3	72.485,3	11.160,0	533.717,6	120.708,2	158.929,0	529.114,6	99.809,9	238.663,7	NO	9.901.208,2
2003	6.050.965,1	498.886,6	51.231,5	109.844,1	356.925,8	93.964,2	10.427,6	528.837,2	116.009,4	157.734,3	526.156,3	109.232,5	251.557,9	NO	8.861.772,4
2004	5.936.489,0	421.509,9	75.138,0	111.656,3	227.617,6	133.374,5	13.408,0	426.835,7	87.661,9	129.719,7	418.470,5	76.416,0	198.315,3	NO	8.256.612,5
2005	6.713.407,8	398.614,0	24.871,8	127.059,5	245.949,6	118.061,3	7.243,6	345.377,5	101.921,1	174.621,7	448.833,1	79.901,9	142.857,3	NO	8.928.720,3
2006	7.068.011,9	352.413,3	8.095,2	107.541,3	266.687,7	168.557,9	8.464,0	484.516,0	90.426,2	126.168,0	551.591,6	117.937,2	132.430,0	NO	9.482.840,2
2007	7.321.198,6	339.653,3	20.410,0	129.859,2	282.592,4	144.026,0	4.780,5	382.819,2	90.430,0	151.008,1	533.438,0	133.445,2	142.174,4	NO	9.675.835,0
2008	7.608.306,2	310.103,9	7.361,9	99.868,8	250.233,3	108.564,7	2.841,3	381.028,2	75.770,5	166.408,2	443.327,6	127.940,0	117.509,3	NO	9.699.263,9
2009	8.420.184,6	393.711,0	10.654,2	157.509,0	282.488,6	157.219,2	3.679,3	494.435,2	93.373,2	192.282,8	677.592,5	120.728,7	135.670,0	NO	11.139.528,4
2010	8.480.196,1	379.938,8	14.866,4	145.447,4	283.703,3	190.115,9	5.989,8	452.804,3	108.393,6	209.988,4	784.198,3	119.387,9	136.348,8	NO	11.311.378,9
2011	8.267.308,0	387.279,0	34.152,0	158.341,3	290.404,7	202.505,2	9.987,7	465.157,0	111.091,0	183.740,6	745.154,2	127.949,8	152.532,0	NO	11.135.602,7
2012	7.480.845,7	458.780,4	30.216,8	143.562,0	277.852,4	188.346,3	6.353,9	516.830,6	124.129,4	175.644,6	709.467,1	131.052,0	155.024,2	NO	10.398.105,3
2013	7.841.747,2	500.210,2	58.160,9	210.747,5	285.246,1	250.429,9	7.284,5	495.085,1	129.181,1	197.007,0	736.319,2	126.682,4	145.724,3	NO	10.983.825,2
2014	7.865.938,2	402.634,6	25.954,3	214.951,0	288.001,5	237.787,3	7.609,5	461.936,5	131.762,3	174.354,6	737.112,4	117.995,5	135.425,8	NO	10.801.463,7
2015	7.820.141,8	383.731,2	30.474,4	199.390,1	232.860,4	156.976,8	6.555,3	406.358,0	142.928,3	168.041,8	693.566,7	133.827,1	142.469,9	NO	10.517.321,8
2016	8.096.424,1	453.702,9	17.208,7	229.457,2	271.265,5	202.719,2	10.433,5	407.712,3	164.940,5	195.625,3	717.380,9	137.687,5	138.303,3	NO	11.042.860,9
2017	8.572.674,3	474.560,9	17.425,5	247.022,8	261.394,1	224.285,3	10.494,5	432.511,3	164.993,4	196.578,9	737.732,6	151.992,5	149.614,8	NO	11.641.281,0
2018	9.280.243,9	482.043,0	14.954,0	251.750,4	261.047,9	251.955,0	8.776,5	461.647,0	173.760,1	211.804,8	676.682,4	145.365,2	141.264,5	3.912,2	12.365.206,9
2019	9.092.444,2	538.137,2	10.708,3	282.781,2	276.447,8	285.167,6	10.040,8	473.571,7	183.988,8	219.875,5	728.475,6	149.204,0	138.036,9	4.188,4	12.393.068,0
2020	8.961.525,4	541.249,4	6.377,6	225.589,7	246.585,9	234.643,7	10.468,5	417.528,3	174.948,4	220.318,1	683.717,5	132.367,5	150.639,1	3.736,2	12.009.695,4
2021	9.476.071,4	582.998,3	4.942,0	229.546,1	255.981,1	243.524,0	10.594,7	413.914,2	178.340,3	223.885,0	682.631,5	137.813,5	150.422,5	3.840,4	12.594.504,9
2022	9.739.397,0	665.232,1	3.448,3	240.763,6	260.838,7	249.768,0	10.880,9	428.873,8	178.828,3	235.869,1	1.033.415,3	153.266,6	183.338,6	8.621,4	13.392.541,8

Nota: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE.

Finalmente, la **Tabla 5.30** presenta la compilación de la cantidad anual de N aplica a los suelos desde las diferentes fuentes antropogénicas de N incluidas en la categoría *suelos agrícolas*.

Tabla 5.30

Cantidad anual de N aplicada a los suelos agrícolas, kg N año⁻¹

Año	F _{SN}	F _{ON}	F _{CR}	F _{PRP,CPP}	F _{PRP,SO}	Total
1998	4.248.197,4	30.902.279,0	7.415.936,2	38.815.173,2	23.602.031,5	104.983.617,3
1999	4.248.197,4	31.198.187,0	8.134.825,5	39.350.412,8	23.077.442,9	106.009.065,5
2000	4.248.197,4	31.498.183,9	8.121.805,0	39.893.048,3	23.301.505,3	107.062.739,9
2001	4.248.197,4	31.802.326,1	9.709.740,2	40.443.182,1	23.995.426,6	110.198.872,4
2002	4.248.197,4	32.110.671,0	9.901.208,2	41.000.917,7	24.266.778,2	111.527.772,6
2003	21.476,0	31.135.665,5	8.861.772,4	41.559.551,5	24.324.611,1	105.903.076,4
2004	5.610.236,0	31.029.097,9	8.256.612,5	42.145.052,1	25.591.456,0	112.632.454,4
2005	3.289.099,6	33.231.123,1	8.928.720,3	42.747.322,3	26.792.293,6	114.988.558,9
2006	7.031.323,6	35.290.799,2	9.482.840,2	44.179.836,2	26.846.561,0	122.831.360,3
2007	7.415.994,8	34.812.619,7	9.675.835,0	43.957.766,7	26.912.610,7	122.774.826,9
2008	15.073.960,7	33.358.608,5	9.699.263,9	43.795.491,2	26.923.111,8	128.850.435,9
2009	33.297.868,2	36.454.669,0	11.139.528,4	47.427.586,7	26.747.922,7	155.067.575,0
2010	41.291.947,1	35.938.378,9	11.311.378,9	46.613.825,4	26.582.840,5	161.738.370,8
2011	33.653.228,9	40.152.336,4	11.135.602,7	49.058.084,1	26.717.635,0	160.716.886,9
2012	45.592.683,6	38.367.270,0	10.398.105,3	49.694.704,5	26.976.456,5	171.029.219,9
2013	41.184.603,6	38.853.576,0	10.983.825,2	49.967.112,4	27.224.758,7	168.213.875,9
2014	45.942.558,7	40.633.601,0	10.801.463,7	50.425.504,1	27.263.675,0	175.066.802,4
2015	50.695.946,6	40.860.511,9	10.517.321,8	50.989.882,1	27.328.390,1	180.392.052,5
2016	52.755.653,4	42.634.036,5	11.042.860,9	52.692.932,7	27.388.501,8	186.513.985,3
2017	55.783.420,7	44.243.098,6	11.641.281,0	54.371.891,9	27.480.701,5	193.520.393,7
2018	71.398.096,7	46.637.798,0	12.365.206,9	57.224.551,4	27.581.928,9	215.207.581,9
2019	60.671.619,3	46.313.961,8	12.393.068,0	56.889.860,9	27.612.914,0	203.881.424,1
2020	67.314.030,1	46.289.155,9	12.009.695,4	58.027.556,4	27.603.505,6	211.243.943,4
2021	57.764.933,1	46.868.669,8	12.594.504,9	58.213.175,5	27.740.607,6	203.181.890,9
2022	52.830.386,1	47.522.019,5	13.392.541,8	59.168.950,5	27.772.027,2	200.685.925,0

Nota: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2002 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Fuente: elaboración propia.

Emisiones indirectas de N₂O de los suelos agrícolas

Para la estimación de las *emisiones indirectas de N₂O de los suelos agrícolas* se utilizaron los valores por defecto de Frac_{GASF}, Frac_{GASM} y Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} del Cuadro 11.3 (capítulo 11, volumen 4). La **Tabla 5.31** compila los valores por defecto utilizados.

Tabla 5.31

Fracción de N que se volatiliza o que produce lixiviación

Parámetro	Descripción	Valor
Frac _{GASF}	fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH ₃ y NO _x , kg N volatilizado (kg de N aplicado) ⁻¹	0,10
Frac _{GASM}	fracción de materiales fertilizantes de N orgánico y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH ₃ y NO _x , kg N volatilizado (kg de N aplicado) ⁻¹	0,20
Frac _{LIXIVIACIÓN-(H)}	fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrecimiento, kg N (kg de agregados de N) ⁻¹	0,30

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 11.3, capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados para la categoría *suelos agrícolas* corresponden a valores por defecto del Cuadro 11.1 (capítulo 10, volumen 4) para las *emisiones directas de N₂O de los suelos agrícolas* (Tabla 5.32) y del Cuadro 11.3 (capítulo 11, volumen 4) para las *emisiones indirectas de N₂O de los suelos agrícolas* (Tabla 5.33).

Tabla 5.32

Factores de emisión para las emisiones directas de N₂O, kg N₂O–N (kg N)⁻¹

Parámetro	Descripción	Valor
EF ₁	para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas	0,010
EF _{3PRP, CPP}	para vacunos (lecheros y no lecheros, y búfalos), aves de corral y porcinos	0,020
EF _{3PRP, SO}	para ovinos y «otros animales»	0,010

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 11.1, capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.33

Factores de emisión para las emisiones indirectas de N₂O del suelo por volatilización y lixiviación

Parámetro	Descripción	Valor
EF ₄	factor de emisión correspondiente a las emisiones de N ₂ O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N–N ₂ O (kg NH ₃ –N + NO _x –N volatilizado) ⁻¹]	0,0100
EF ₅	factor de emisión para emisiones de N ₂ O por lixiviación y escurrimiento de N, kg N ₂ O–N (kg N por lixiviación y escurrido) ⁻¹	0,0075

Fuente: elaboración propia con base en Cuadro 11.3, capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

5.5.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 11.2.1.4 para las *emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas*, y la Sección 11.2.2.4 para las *emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas* (ambas secciones se encuentran en el capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, para los datos de actividad de los *fertilizantes inorgánicos* se aplicó una incertidumbre de $\pm 20\%$, mientras que para residuos de cosechas se aplicó un $\pm 30\%$. En el caso de *fertilizantes orgánicos y orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* se estimó la incertidumbre mediante la combinando las incertidumbres de las categorías animales con mayor y menor incertidumbre para cada año (vacas lecheras y aves de corral). En el caso de la *deposición atmosférica y lixiviación y escurrimiento*, se estimó mediante la combinación de las incertidumbres de las fuentes de GEI respectivas. Para los factores de emisión por defecto EF₁, EF₃, EF₄ y EF₅ se estimaron incertidumbres con base en los promedios de los rangos mínimos y rangos máximos de sus respectivas incertidumbres por defecto, resultando en $\pm 135,0\%$, $\pm 133,8\%$, $\pm 240,0\%$ y $\pm 320,0\%$ respectivamente. El Anexo 5 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal se aplicó la misma fuente de datos de actividad para cada fuente de N aplicado al suelo, subsanando las brechas de la información con las técnicas de empalme de datos anteriormente descritas (especialmente en la población animal y superficies de cultivos). En el caso de los factores de emisión y datos paramétricos, se aplicaron los mismos valores por defecto para toda la serie temporal. De esta forma, la tendencia de los GEI de la

categoría refleja variaciones reales con base en la existencia de la población animal del país, la cantidad de fertilizante sintético consumido, y la superficie de los cultivos del país.

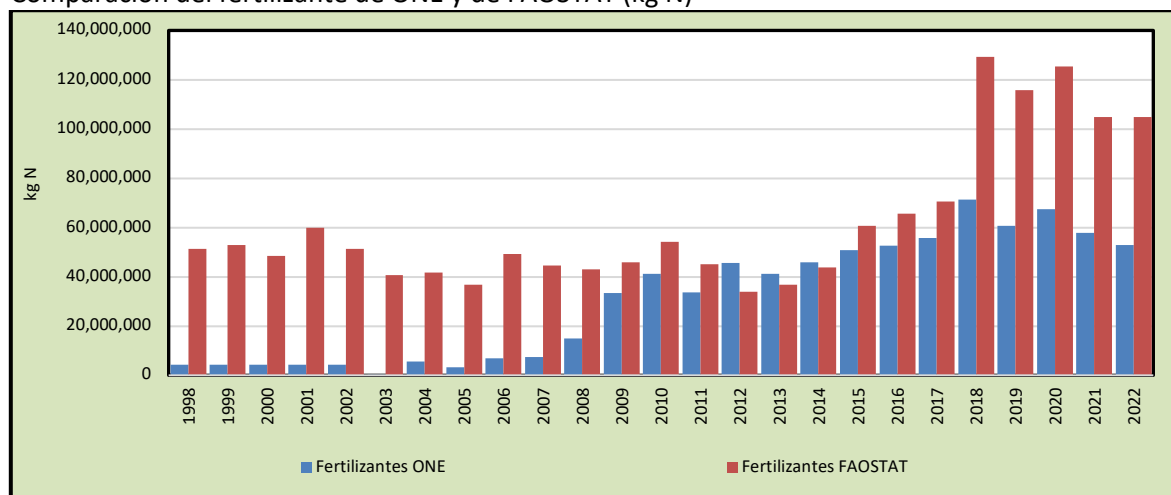
5.5.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico, del mismo modo que para la *fermentación entérica y gestión del estiércol*, se analizó la tendencia de la población animal y las tasas de excreción de N, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos del Ministerio de Agricultura con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores. Además, se analizó cada fuente de datos de actividad para asegurarse que los valores proporcionados sean consistentes, en especial lo relacionado a la cantidad de N aplicados a los suelos agrícolas, como *fertilizantes inorgánicos y fertilizantes orgánicos*.

Como medio de verificación, se comparó la información nacional del consumo de N de los fertilizantes sintéticos nitrogenados provistos por ONE con la información disponible en FAOSTAT (**Figura 5.10**). Se observaron diferencias significativas durante toda la serie temporal, especialmente al comienzo y al final de la serie. Tomando en consideración que FAOSTAT indica que la información oficial del país corresponde a 2010-2013 y 2018-2021, se observa que la mayor discrepancia se encuentra justamente en la serie 2018-2021. Estas discrepancias fueron discutidas con los expertos nacionales, sin obtener una conclusión al respecto. Si bien se detectaron diferencias significativas, los expertos del Ministerio de Agricultura y de ONE recomendaron utilizar las fuentes de datos nacionales, del mismo modo, este punto deberá ser investigado en el próximo NIR del país.

Figura 5.10

Comparación del fertilizante de ONE y de FAOSTAT (kg N)



Fuente: elaboración propia con base en información de DIGEGA y FAOSTAT.

5.5.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la actualización de información relacionada con la población animal, la distribución de los animales en los diferentes SGE del país, el fertilizante sintético nitrogenado consumido y las superficies y rendimientos de los principales cultivos del país.

La **Tabla 5.34** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia un importante aumento de 366,7 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país, sin embargo, ante la falta de información del inventario anterior, no es posible determinar con exactitud los motivos de este incremento, por lo mismo, tampoco es posible evaluar el efecto de los nuevos cálculos en la tendencia.

Tabla 5.34

Comparación de las emisiones de GEI reportadas en el 1BUR y en el 1BTR (kt CO₂ eq)

Reporte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1BUR	268,5							
1BTR	1.252,9	1.295,1	1.341,9	1.475,3	1.411,2	1.457,2	1.413,6	1.404,1
Diferencia	984,4							
Diferencia %	366,7%							

Fuente: elaboración propia con base en el inventario incluido en el 1BUR.

5.5.7. Plan de mejora específico de la categoría

La categoría suelos agrícolas es la segunda categoría de relevancia en el sector, por lo tanto, es necesario incrementar la exactitud y exhaustividad de las emisiones.

En este sentido, una primera mejora necesaria es contabilizar e incluir al inventario las emisiones de N₂O de F_{SOM} y F_{OS}, ya que su no inclusión repercute en una subestimación de los GEI del sector.

Con respecto a las emisiones derivadas de las actividades pecuarias (F_{AM} y F_{PRP}), las mejoras planificadas en *fermentación entérica* y *gestión del estiércol* tendrán una repercusión directa en el incremento de la calidad de la categoría *suelos agrícolas*, especialmente con lo relacionado a F_{PRP}, ya que es la principal subcategoría significativa de la categoría.

Por otra parte, es necesario determinar y mejorar la estimación del consumo aparente de fertilizante sintético nitrogenados y de otros insumos agrícolas, indagando las discrepancias observadas con la información de FAOSTAT.

Finalmente, se requerirá investigar los balances de masa de los cultivos del país para determinar las fracciones removidas de los residuos y sus usos finales (alimentación animal, construcción, otros), incluyendo la existencia de quemas de residuos en el campo y otras perturbaciones. Avanzar en esta materia mejorará la exhaustividad del inventario, ya que permitirá la estimación y reporte de las emisiones no-CO₂ de la categoría *quema de residuos agrícolas en el campo*.

5.6. Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E)

Esta categoría no fue estimada. Si bien, la quema de sabanas existe como práctica a nivel nacional, no se cuenta con la información pertinente. Por lo tanto, esta brecha de información se incluye dentro del plan de mejora del sector con el objetivo de incrementar la exhaustividad general de los futuros inventarios del país.

5.7. Quema de residuos agrícolas en el campo (CRT 3.F)

Esta categoría no fue estimada. Si bien, la quema de residuos agrícolas existe como práctica a nivel nacional, no se cuenta con la información pertinente, especialmente respecto al porcentaje del residuo que es quemado o la superficie quemada. Por lo tanto, esta brecha de información se incluye dentro del plan de mejora del sector con el objetivo de incrementar la exhaustividad general de los futuros inventarios del país.

5.8. Encalado (CRT 3.G)

5.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de CO₂ por el encalado de suelos. El encalado se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, en particular en tierras agrícolas. El agregado de carbonatos a los suelos, en forma de cal (p. ej., piedra caliza cálcica o dolomita conduce a emisiones de CO₂, ya que las cales se disuelven y liberan bicarbonato, que se convierte en CO₂ y agua.

En el contexto nacional, los expertos nacionales estiman que el encalado es una práctica poco común dadas las características propias de los suelos agrícolas del país. Por lo tanto, la dinámica comercial de los insumos para el encalado, como piedra caliza y dolomita, presentan variaciones erráticas en donde difícilmente se puede determinar una tendencia definida y clara.

En 2022, las emisiones de la categoría *encalado* contabilizaron un muy poco significativo 0,1 kt CO₂ eq (representando menos del 0,01 % del sector). En general, la tendencia de las emisiones es bastante errática debido a la dinámica propia de la producción, importación y exportación del insumo a nivel nacional, que también da cuenta de la poca relevancia de esta práctica agrícola, es así como se puede observar años en los que no ha existido consumo aparente, como 2010 y 2015, y máximos que se salen de la tendencia, como en 2021. (Tabla 5.35 y Figura 5.11).

Tabla 5.35

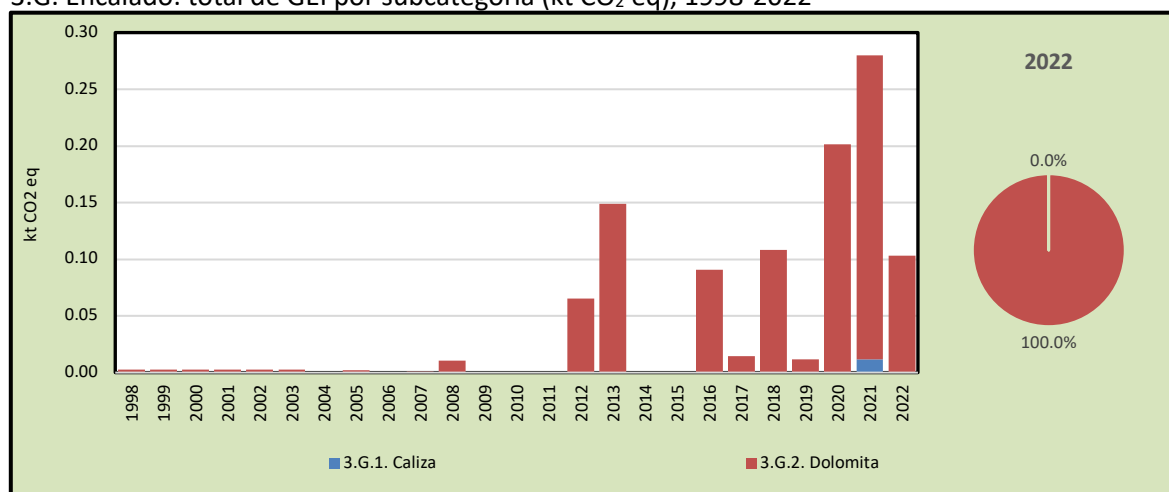
3.G. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.G.1. Caliza	NO	NO	NO	NO	NO	0,0	0,0	NO
3.G.2. Dolomita	0,0	0,0	0,0	NO	NO	0,2	0,3	0,1
Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.11

3.G. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. En el caso particular de la categoría *encalado* se aplicó la Ecuación 11.12 (capítulo 11, volumen 4).

El método de Nivel 1 es un método simplificado que solo necesita los datos de la cantidad anual de piedra caliza cálcica o dolomita (M) y un factor de emisión por defecto para piedra caliza (EF_{Caliza}) o dolomita ($EF_{Dolomita}$), los cuales al multiplicarse y sumar ambos valores (de piedra caliza y dolomita) se obtiene la emisión total de CO₂-C. Finalmente, se multiplica por 44/12 para convertir las emisiones de CO₂-C en CO₂.

5.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad fueron proporcionados directamente por ONE. Esta información corresponde a las toneladas importadas y exportadas de piedra caliza cálcica y dolomita para la serie 2002-2022 (esta información se obtiene desde las partidas arancelarias de la DGA). Con base en esta información, se estimó el consumo aparente de estos insumos con fines agrícolas (importación — exportación) y, posteriormente, la serie 1998-2021 fue completada replicando los valores del primer año disponible (Tabla 5.36).

Tabla 5.36Cantidad anual de piedra caliza cálcica y dolomita, ton año⁻¹

Año	Caliza	Dolomita
1998	NO	6,0
1999	NO	6,0
2000	NO	6,0
2001	NO	6,0
2002	NO	6,0
2003	NO	6,0
2004	NO	NO
2005	NO	4,0
2006	NO	NO
2007	NO	2,0
2008	NO	22,0
2009	NO	NO
2010	NO	NO
2011	NO	NO
2012	NO	137,2
2013	NO	312,9
2014	NO	NO
2015	NO	NO
2016	NO	189,9
2017	NO	30,8
2018	NO	227,2
2019	NO	24,0
2020	1,2	421,9
2021	26,1	563,2
2022	NO	216,0

Nota 1: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2002 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Nota 2: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE y DGA.

5.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión por defecto aplicados en la categoría fueron 0,12 t de C/t piedra caliza para la piedra caliza y 0,13 t C/t de dolomita para la dolomita (sección 11.3.2, capítulo 11, volumen 4, *Directrices del IPCC de 2006*).

5.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

El país se acoge a la flexibilidad prevista en el párrafo 57 de las MPG. Más información al respecto en la sección 1.8 del Capítulo 1 del NID.

5.8.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 11.3.4 (capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, para los datos de actividad sin modificación se aplicó una incertidumbre de $\pm 10\%$, mientras que para aquellos a los cuales se les aplicó alguna técnica de empalme de datos se asignó una incertidumbre de $\pm 30\%$. Para los factores de emisión por defecto, tanto piedra caliza como dolomita, se aplicó la incertidumbre por defecto de $\pm 50\%$ para toda la serie temporal. El Anexo 2 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal se aplicó la misma fuente de datos de actividad de la importación y exportación de piedra caliza y dolomita utilizada con fines agrícolas, subsanando

los vacíos de información con técnicas de empalme de datos. En el caso de los factores de emisión, se aplicaron los mismos valores por defecto para toda la serie temporal. De esta forma, la tendencia de los GEI de la categoría refleja variaciones con base en el consumo aparente de piedra caliza y dolomita.

5.8.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico, se analizó el mercado de los insumos para el encalado, concluyendo, inicialmente, que este mercado es muy reducido ya que la práctica de encalado en el país es muy poco usual dadas las características propias de los suelos agrícolas del país. Además, se analizó la tendencia de la importaciones y exportaciones de piedra caliza y dolomita con fines agrícolas, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos del Ministerio de Agricultura con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores, se concluye que las variaciones significativas reflejan la dinámica propia del mercado nacional.

No se realizaron actividades de verificación en esta categoría.

5.8.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

No se realizaron nuevos cálculos en esta categoría ya que es primera vez que se estima.

5.8.7. Plan de mejora específico de la categoría

Teniendo en consideración que esta categoría aportó menos del 0,5 % del sector, no se contemplan mejoras específicas para ella. Sin embargo, la mejora planificada para la categoría *suelos agrícolas*, consistente en determinar y mejorar la estimación del consumo aparente de fertilizante sintético nitrogenados y de otros insumos agrícolas, repercutirá en la generación de mejor información que podrá ser utilizada en esta categoría.

5.9. Aplicación de urea (CRT 3.H)

5.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de CO₂ por la aplicación de urea. El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO₂ que se fija en el proceso de producción industrial. La urea se convierte en amonio, ión hidroxilo, y bicarbonato en presencia de agua y de enzimas de ureasa. De manera similar a la reacción del suelo cuando se le agrega cal, el bicarbonato que se forma se convierte en CO₂ y agua.

En el contexto nacional, el país no produce urea, teniendo que importarla como insumo. Según datos del ONE, con base en la DGA, la urea es el segundo fertilizante nitrogenado de mayor relevancia que es importado al país, solo superado por el sulfato de amonio, representando 46,8 % de las toneladas importadas en 2022. Sin embargo, debido a su alto contenido de N (46 %), representa prácticamente el 64,6 % del N que es incorporado al suelo como agregado sintético, a su vez, el incremento de la importación urea se encuentra en un continuo aumento.

En 2022, las emisiones de la categoría *aplicación de urea* contabilizaron 54,4 kt CO₂ eq (representando solo el 0,7 % del sector). Sin embargo, las emisiones de la categoría se han incrementado de forma muy significativa desde 1998, no obstante, han presentado una pequeña disminución desde 2015 debido a la dinámica propia del comercio de este insumo para la fertilización de los suelos (**Tabla 5.37** y **Figura 5.12**), misma situación que se ve reflejada en las emisiones de N₂O de los *fertilizantes sintéticos* en la categoría *suelos agrícolas*.

Tabla 5.37

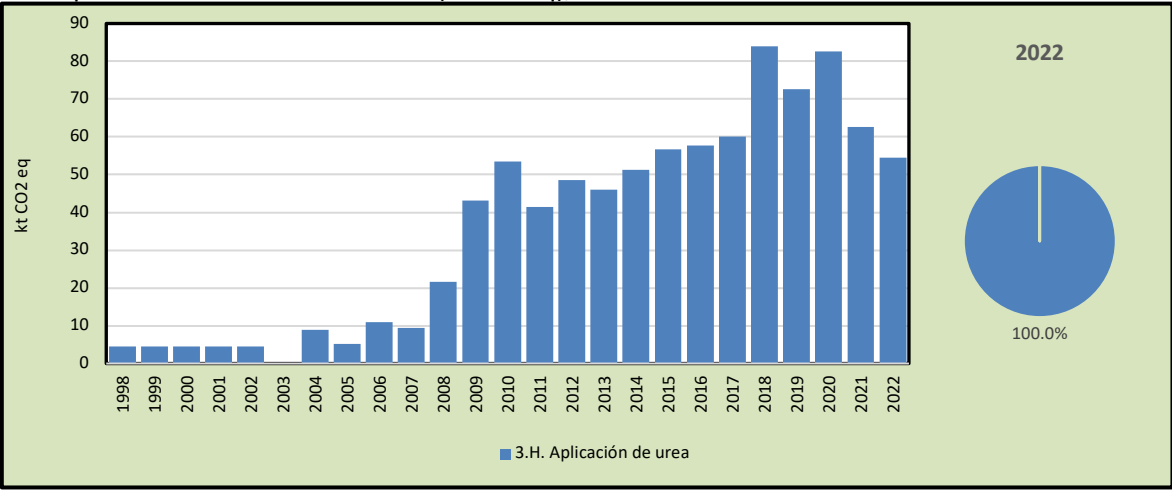
3.H. Aplicación de urea: total de GEI (kt CO₂ eq)

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.H. Aplicación de urea	4,5	4,5	5,1	53,5	56,6	82,6	62,7	54,4

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.12

3.H. Aplicación de urea: total de GEI (kt CO₂ eq), 1998-2022



Fuente: elaboración propia.

5.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría, como en todas las categorías del sector, se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la estimación de los GEI. En el caso particular de la categoría *aplicación de urea* se aplicó la Ecuación 11.13 (capítulo 11, volumen 4).

El método de Nivel 1 es un método simplificado que solo necesita los datos de la cantidad anual de fertilización con urea (M) y un factor de emisión por defecto (EF), los cuales al multiplicarse se obtiene como producto la emisión total de CO₂-C. Finalmente, se multiplica por 44/12 para convertir las emisiones de CO₂-C en CO₂.

5.9.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad fueron proporcionados directamente por ONE. Esta información corresponde a las toneladas importadas y exportadas de urea para la serie 2002-2022 (esta información se obtiene desde las partidas arancelarias de la DGA). Con base en esta información, y tomando en consideración que no se produce urea en el país, se estimó el consumo aparente con fines agrícolas (importación — exportación) y, posteriormente, se completó la serie 1998-2021 replicando los valores del primer año disponible (**Tabla 5.38**).

Tabla 5.38

Cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año⁻¹

Año	Urea
1998	6.089,2
1999	6.089,2
2000	6.089,2
2001	6.089,2
2002	6.089,2
2003	NO
2004	12.053,0
2005	6.978,8
2006	15.011,7
2007	12.790,0
2008	29.474,1
2009	58.789,3
2010	72.905,8
2011	56.491,6
2012	66.325,9
2013	62.752,8
2014	70.018,7
2015	77.241,1
2016	78.785,1
2017	82.021,0
2018	114.606,5
2019	98.909,5
2020	112.582,8
2021	85.464,2
2022	74.211,0

Nota 1: los valores en azul son valores repetidos de los valores de 2002 y tienen por objetivo completar la serie temporal.

Nota 2: NO = no ocurre.

Fuente: elaboración propia con base en ONE y DGA.

5.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

El factor de emisión por defecto aplicado para la categoría fue de 0,20 para emisiones de carbono por aplicaciones de urea (sección 11.4.2, capítulo 11, volumen 4, *Directrices del IPCC de 2006*).

5.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

El país se acoge a la flexibilidad prevista en el párrafo 57 de las MPG. Más información al respecto en la sección 1.9 del Capítulo 1 del NID.

5.9.4. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores por defecto de la Sección 11.4.4 (capítulo 11, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*). En general, para los datos de actividad sin modificación se aplicó una incertidumbre de $\pm 10\%$, mientras que para aquellos a los cuales se les aplicó alguna técnica de empalme de datos se asignó una incertidumbre de $\pm 30\%$. Para el factor de emisión por defecto de la aplicación de urea, se aplicó la incertidumbre por defecto de $\pm 50\%$ para toda la serie temporal. El Anexo 5 presenta la incertidumbre combinada para cada subcategoría.

Para garantizar la consistencia de la serie temporal se aplicó la misma fuente de datos de actividad de la importación y exportación de urea utilizada como fertilizante, subsanando los vacíos de información con técnicas de empalme de datos. En el caso del factor de emisión, se aplicó el mismo valor por defecto para toda la serie temporal. De esta forma, la tendencia de los GEI de la categoría refleja variaciones con base en el consumo aparente de urea.

5.9.5. Actividades de GCCV específicas de la categoría

Como control de calidad específico, se analizó la tendencia de la exportación e importación de urea, identificando potenciales valores fuera de rango, los cuales fueron revisados por los expertos del Ministerio de Agricultura y de la ONE con el objetivo de encontrar explicación a dichos valores, concluyendo que la tendencia responde a la realidad nacional y las variables del mercado propiamente tal.

Como medio de verificación, se aseguró que el consumo aparente de urea para la fertilización (toneladas de fertilizante) sea el mismo valor utilizado en *fertilizantes inorgánicos* de la categoría *suelos agrícolas*, con la diferencia de que en esta última categoría se utiliza el N de la urea (kilogramos), el cual fue estimado mediante la multiplicación de las toneladas de urea y el contenido estándar de N en la urea (46 %).

5.9.6. Nuevos cálculos específicos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría debido, principalmente, a la inclusión de nuevas fuentes de información desde la ONE.

La **Tabla 5.39** presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2015, único año comparable, en donde se aprecia un aumento de 156,3 % del actual inventario en comparación con el inventario incluido en el 1BUR del país, sin embargo, ante la falta de información del inventario anterior, no es

posible determinar con exactitud los motivos de este incremento, por lo mismo, tampoco es posible evaluar el efecto de los nuevos cálculos en la tendencia.

Tabla 5.39

Comparación de las emisiones de GEI reportadas en el 1BUR y en el 1BTR (kt CO₂ eq)

Reporte	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1BUR	22,1							
1BTR	56,6	57,8	60,1	84,0	72,5	82,6	62,7	54,4
Diferencia	34,5							
Diferencia %	156,3%							

Fuente: elaboración propia con base en el inventario incluido en el 1BUR.

5.9.7. Plan de mejora específico de la categoría

Teniendo en consideración que esta categoría aportó menos del 1,0 % del sector, no se contemplan mejoras específicas para ella. Sin embargo, la mejora planificada para la categoría *suelos agrícolas*, consistente en determinar y mejorar la estimación del consumo aparente de fertilizante sintético nitrogenados, incluyendo la urea, repercutirá en la generación de mejor información que podrá ser utilizada en esta categoría.

5.10. Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I)

Esta categoría no ocurre en el país.

6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

El capítulo 6 presenta las emisiones y absorciones de GEI del sector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra - UTCUTS para la serie temporal 1998-2022, así como una descripción general del sector, la tendencia de GEI y sus aspectos metodológicos. Además, se incluye una descripción específica y detallada para categoría y cada subcategoría que la conforma.

6.1. Panorama general del sector

6.1.1. Descripción del sector

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración de Inventarios Nacionales de GEI, en el sector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS), se estiman las emisiones y absorciones de GEI que suceden en seis categorías de uso de la tierra (Tierras forestales, Tierras de cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras tierras). Dichas emisiones y/o absorciones suceden a partir de pérdidas y ganancias en las existencias de carbono que se almacenan en tres diferentes depósitos (Biomasa, suelos y materia orgánica muerta).

Cada una de las seis subcategorías de uso mencionadas se dividen a su vez en dos subcategorías, permanencias y conversiones, en las cuales se estiman las emisiones y absorciones que suceden en tierras que permanecen en una misma categoría de uso a lo largo de un periodo de tiempo, así como las pérdidas y ganancias en los contenidos de carbono que se dan cuando hay transiciones entre las seis categorías de uso. En UTCUTS se estiman principalmente emisiones de CO₂. Solo se estiman emisiones de No - CO₂ (CH₄ y N₂O) cuando éstas están asociadas a incendios.

A continuación, se detallan las subcategorías que se estimaron para el presente informe en el sector UTCUTS:

4.A. Tierras forestales: 4.A.1 - Tierras Forestales que Permanecen; 4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidos en tierras forestales; 4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales; 4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales; 4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales y 4.A.2.e Otras tierras convertidas en tierras forestales.

4.B. Tierras de cultivos: 4.B.1 - Tierras de Cultivo que Permanecen; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, 4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo, 4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo, 4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo y 4.B.2.e Otras tierras convertidas en tierras de cultivo.

4.C. Pastizales: 4.C.1 - Pastizales que Permanecen; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en Pastizales, 4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en Pastizales, 4.C.2.c. Humedales convertidos en Pastizales, 4.C.2.d. Asentamientos convertidos en Pastizales y 4.C.2.e Otras tierras convertidas en Pastizales.

4.D. Humedales: 4.D.1 - Humedales que Permanecen; 4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en Humedales, 4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en tierras Humedales, 4.D.2.c. Pastizales convertidos en Humedales, 4.D.2.d. Asentamientos convertidos en Humedales y 4.D.2.e Otras tierras convertidas en Humedales.

4.E. Asentamientos: 4.E.1 - Asentamientos que Permanecen; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en Asentamientos, 4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en tierras Asentamientos, 4.E.2.c. Pastizales convertidos en Asentamientos, 4.E.2.d. Humedales convertidos en Asentamientos y 4.E.2.e Otras tierras convertidas en Asentamientos.

4.F. Otras tierras: 4.F.1. – Otras Tierras que Permanecen; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en Otras tierras, 4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en tierras Otras tierras, 4.F.2.c. Pastizales convertidos en Otras tierras, 4.F.2.d. Humedales convertidos en Otras tierras y 4.F.2.e Asentamientos convertidos en Otras tierras.

Adicionalmente, en este capítulo se incluye las emisiones y absorciones de la subcategoría Productos de la Madera Recolectada –PMR (4.G), la cual se estimó por primera vez en el inventario del país.

6.1.2. Tendencia de los GEI del sector

En términos generales, en República Dominicana, la subcategoría Tierras Forestales es la de mayor aporte al balance neto de las emisiones de GEI del sector, lo cual contribuye a que UTCUTS tenga un balance neto negativo. Es decir que las absorciones sean mayores a las emisiones reportadas.

Por ejemplo, para 2022 (**Tabla 6.1**) las emisiones de UTCUTS son de -1.785,6 kt CO₂, incluyendo la subcategoría PMR y, 0,71 y 0,03 kt de CH₄ y N₂O respectivamente.

Tabla 6-1

Sector UTCUTS: Emisiones y absorciones por GEI, categoría y subcategoría (kt de cada GEI) del último año inventariado (2022)

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-1.785,66	0,71	0,03								
4.A.	Tierras forestales	-10.247,79	0,71	0,03								
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-6.134,60	0,71	0,03					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-4.113,19	0,71	0,03								
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-271,38	NA	NA					NA	NA	NA	
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	-3.775,82	NA	NA					NA	NA	NA	
4.A.2.c.	Humedales convertidos en tierras forestales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.A.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras forestales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	-65,99	NA	NA					NA	NA	NA	
4.B.	Tierras de cultivo	2.820,88										
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-182,07	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	3.002,95										
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	2.979,81	NA	NA					NA	NA	NA	
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	29,52	NA	NA					NA	NA	NA	
4.B.2.c.	Humedales convertidos en tierras de cultivo	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.B.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	-6,39	NA	NA					NA	NA	NA	
4.C.	Pastizales	4.967,91										
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-57,20	NE	NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	5.025,11										
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	5.228,42	NA	NA					NA	NA	NA	
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	-99,57	NA	NA					NA	NA	NA	
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	-6,33	NA	NA					NA	NA	NA	
4.C.2.d.	Asentamientos convertidos en pastizales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	-97,41	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.	Humedales	NE										
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.2.c.	Pastizales convertidos en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.2.d.	Asentamientos convertidos en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.D.2.e.	Otras tierras convertidas en humedales	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.E.	Asentamientos	684,64										
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	684,64										
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	411,97	NA	NA					NA	NA	NA	
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	90,20	NA	NA					NA	NA	NA	
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	182,47	NA	NA					NA	NA	NA	
4.E.2.d.	Humedales convertidos en asentamientos	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.E.2.e.	Otras tierras convertidas en asentamientos	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.	Otras tierras	NO										
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NA	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	NO										
4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.2.c.	Pastizales convertidos en otras tierras	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.2.d.	Humedales convertidos en otras tierras	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.F.2.e.	Asentamientos convertidos en otras tierras	NO	NA	NA					NA	NA	NA	
4.G.	Productos de madera recolectada	-11,31										
4.G.1.	Madera maciza	-12,84										
4.G.1.a.	Madera aserrada	-12,84										
4.G.1.b.	Paneles de madera	-										
4.G.2.	Papel y cartón	1,53										
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	

Nota 1: NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre; IE = Incluido en otro lugar

Nota 2: los GEI reportados como 0.0 corresponden a valores menores a 0,04 kt CO₂ eq.

Las emisiones netas de 2022 son de -1.759,1 kt CO₂ eq lo cual representó un incremento de emisiones del 80 % al compararse con 1998. En este último año, 2022, a pesar de que las absorciones son mayores (obsérvese la categoría 4.A Tierras Forestales en la **Tabla 6-2**), las emisiones también lo fueron, lo cual explica la tendencia entre el año inicial y final reportado.

En cuanto a las subcategorías del UTCUTS, en 2022, las emisiones más representativas del sector son 4.A Tierras Forestales (55%), por sus absorciones, seguidas de las emisiones de 4.C Pastizales (27%) y 4.B Tierras de Cultivo (15%) (**Figura 6-1**).

Tabla 6-2

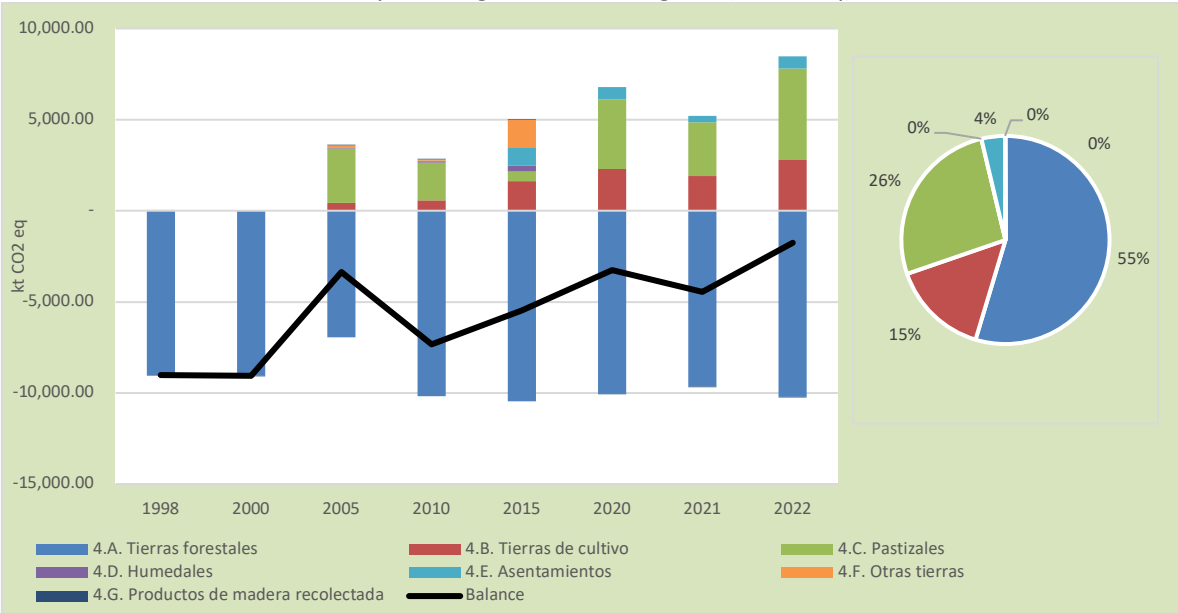
Sector UTCUTS: Balance de GEI por subcategorías principales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.A. Tierras forestales	-9.054,08	-9.054,08	-6.950,90	-10.182,82	-10.449,64	-10.035,97	-9.650,76	-10.221,19
4.B. Tierras de cultivo	NE -	NE -	439,99	565,58	1.611,88	2.303,64	1.911,07	2.820,88
4.C. Pastizales	NE -	NE -	2.990,09	2.075,24	540,42	3.816,22	2.944,64	4.967,91
4.D. Humedales	NE -	NE -	19,21	25,61	321,38	NE -	NE -	NE -
4.E. Asentamientos	NE -	NE -	-	86,52	1.001,07	669,14	365,69	684,64
4.F. Otras tierras	NE -	NE -	138,33	70,10	1.515,55	NE -	NE -	NE -
4.G. Productos de madera recolectada	45,38	-5,27	18,99	36,12	3,02	-11,41	-10,67	-11,31
Total	-9.008,7	-9.059,3	-3.344,3	-7.323,7	-5.456,3	-3.258,4	-4.440,0	-1.759,1

Fuente: Elaboración Propia
NE: No estimado

Figura 6-1

Sector UTCUTS: balance de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

Para la serie temporal, la categoría 4.C Pastizales presentó las mayores emisiones y 4.A Tierras Forestales las mayores absorciones de GEI. A excepción del año 2015, la categoría 4.C supera las

2.000 kt CO₂ eq, mientras que la categoría 4.A superó para todos los años las -9.000 kt CO₂ eq, a excepción del año 2005 (**Figura 6-1**).

En términos generales, las tendencias observadas en el sector reflejan un escenario dinámico de transformación del uso del suelo. A lo largo de la serie se registró un ligero incremento en la cobertura de tierras forestales, particularmente desde 2013, asociado a programas de restauración y regeneración natural. Las tierras de cultivo presentaron un aumento moderado, mientras que los pastizales se mantuvieron relativamente estables, con leves disminuciones recientes, en concordancia con la expansión ganadera descrita en el sector Agricultura. Las zonas urbanas mostraron un crecimiento sostenido, y las categorías de humedales y otras tierras conservaron proporciones pequeñas y estables dentro del territorio nacional

El CO₂ es el gas de mayor importancia de las emisiones netas reportadas del sector (98,5%), metano y óxido nitroso son marginales y representan tan solo 1,09% y 0,38% respectivamente.

Tabla 6-40

Sector UTCUTS: Balance por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

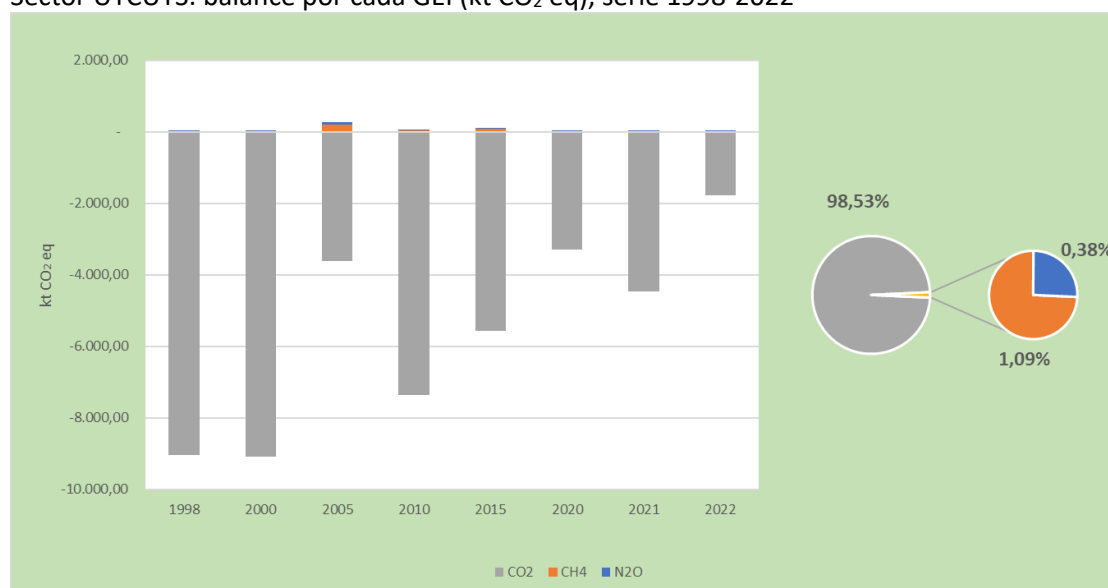
GEI	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	-9.038,68	-9.089,33	-3.620,41	-7.359,07	-5.562,28	-3.284,98	-4.466,63	-1.785,66
CH ₄	22,30	22,30	205,33	26,34	78,79	19,78	19,78	19,78
N ₂ O	7,69	7,69	70,78	9,08	27,16	6,82	6,82	6,82
Total	-9.008,69	-9.059,35	-3.344,29	-7.323,65	-5.456,33	-3.258,38	-4.440,03	-1.759,06

Fuente: Elaboración Propia

En 2005 se observan las mayores emisiones de GEI de gases no CO₂ lo cual indica que en este año se presentaron los mayores incendios reportados y estimados en la categoría UTCUTS.

Figura 6-2

Sector UTCUTS: balance por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia.

6.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

República Dominicana¹⁷ ha seguido las metodologías propuestas en las Directrices del IPCC de 2006, Volumen 4, Capítulo 2 “Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra”; para realizar las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI relacionadas al sector UTCUTS. Para esto analizó cambios en los contenidos de carbono de los depósitos de biomasa, incluyendo biomasa aérea y subterránea, el depósito de materia orgánica muerta y el de suelos, adicionalmente estimó las emisiones de no CO₂ de incendios (CH₄ y N₂O). Finalmente incluyó en sus estimaciones la subcategoría Productos de Madera Recolectada, la cual es considerada un depósito adicional.

Las emisiones y absorciones de GEI fueron estimadas para las seis categorías de uso de la tierra propuestas por las Directrices del IPCC de 2006, diferenciando los cambios en los contenidos de carbono de tierras que permanecen en una misma categoría durante un periodo de tiempo y los cambios de contenidos de carbono que se pueden dar entre las conversiones de uso de las seis categorías.

La representación de la tierra se desarrolló aplicando la Enfoque 3 de las Directrices del IPCC 2006, que permite identificar de forma explícita las transiciones entre categorías de uso y mantener la coherencia temporal de los cambios de uso de la tierra a lo largo de toda la serie 1998–2022.

El período 2000–2018 se basó en los resultados del Inventario Nacional Forestal (INF), desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Departamento de Métrica

¹⁷ El desarrollo técnico de los métodos usados se llevó a cabo por los siguientes grupos de trabajo: El Departamento de Métrica y Transparencia del Cambio Climático, la Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales (DIARENA), el equipo de Monitoreo Forestal, el Departamento de Mitigación del Cambio Climático y MDL y con el apoyo de la “Coalition for Rainforest Nations” (Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales 2022).

<https://drive.google.com/file/d/1-GxPI27Vs652ElogZM83Dto9SqG9jYgb/view?usp=sharing>

y Transparencia del Cambio Climático, la Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales (DIARENA), el Equipo de Monitoreo Forestal, el Departamento de Mitigación del Cambio Climático y MDL, y con el apoyo de la Coalition for Rainforest Nations (2022). Este trabajo constituyó la base metodológica para la representación de la tierra y la estimación de existencias de carbono, utilizando la herramienta Collect Earth Desktop (FAO) aplicada a imágenes satelitales Landsat 7/8 OLI, Sentinel-2 MSI y otras fuentes de alta resolución (Google Earth y Bing Maps). Para la identificación de los usos de la tierra se implementó una malla de muestreo sistemática de 2.5 x 2.5 km, con 7696 puntos de evaluación, de tal forma que este tamaño de muestra fuera representativo para extrapolar la muestra a la extensión territorial de la República Dominicana la cual es de 48.198 km² (MARN, 2018a). La información derivada del INF permitió establecer los parámetros país-específicos (Tier 2 parcial) de biomasa, fracción de carbono y tasas de incremento anual por tipo de bosque, aplicados directamente en las estimaciones del sector UTCUTS. El inventario 2000-2018 es referenciado en esta sección como “Inventario GEI UTCUS”¹⁸.

A partir de esta base, la serie fue extendida hasta 2022, manteniendo la misma metodología y el enfoque de Aproximación 3, garantizando la coherencia espacial y temporal. En este proceso, el método permitió estimar las superficies que permanecen bajo cada categoría de uso de la tierra, aunque no se identificaron conversiones hacia o desde las categorías de Humedales (4.D) y Otras Tierras (4.F) durante el período 2019–2022. Esta falta de detección se atribuye a limitaciones de resolución y densidad de observación del método de interpretación, que pueden impedir la identificación de cambios de pequeña escala en ecosistemas de reducida extensión. Por esta razón, no se cuantificaron flujos de carbono para dichas categorías, que se reportan como NE (no estimadas) en las tablas del inventario. La inclusión de ambas categorías en la matriz de representación asegura la cobertura completa del territorio nacional y mantiene la exhaustividad y consistencia del análisis, conforme a las Directrices del IPCC 2006, Volumen 4, Capítulo 3.

Los años 1998–2000, para los cuales no se disponía de imágenes satelitales nacionales, se reconstruyeron retrospectivamente a partir de las trayectorias de cambio observadas entre 2000 y 2005, utilizando la información derivada del Inventario Nacional Forestal (INF) y aplicando los mismos parámetros y metodología. Los puntos sin evidencia de conversión conservaron el mismo uso asignado en 2000, asegurando la coherencia temporal y la consistencia de la serie. Para el año 2000, únicamente se dispone de estimaciones correspondientes a la categoría 4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales, dado que el análisis espacial de uso y cambio de uso de la tierra se desarrolló a partir de imágenes satelitales del año 2000 como año base de referencia. En consecuencia, no fue posible estimar los flujos de carbono asociados a otras categorías de tierra ni a conversiones de uso, por no existir información compatible previa a esa fecha.

Los principales factores de emisión Nivel 2 usados en las estimaciones del sector UTCUTS se obtuvieron de los datos del Inventario Nacional Forestal, combinando en algunos casos estadísticas nacionales, investigaciones específicas del país y literatura científica. Cuando no se contó con información específica de factores de emisión, se aplicó el nivel metodológico 1, tomando factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, el suplemento de Humedales del IPCC de 2013 y el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006, apoyado por juicio de expertos.

¹⁸ Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales (2023). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. 2001-2018. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1-GxPI27Vs652ElogZM83Dto9SqG9jYgb/view?usp=sharing>

6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación

Las categorías de uso de la tierra empleadas en este proceso se detallan en la **Tabla 6-4**. Estas clases son coherentes con las establecidas en el Inventario Nacional Forestal y se ajustan a las categorías de uso de la tierra definidas por las Directrices del IPCC de 2006. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente (MARN, 2018a) la extensión territorial de la República Dominicana es de 48,198 km².

Las categorías de uso de la tierra empleadas en este proceso se detallan en la **Tabla 6-4**. Estas clases son coherentes con las establecidas en el Inventario Nacional Forestal y se ajustan a las categorías de uso de la tierra definidas por las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 6-41

Definiciones del uso de la tierra usadas en el sector UTCUTS.

Categoría	Descripción
Tierras Forestales	
Se refiere a un entorno natural o cultivado caracterizado por su diversidad biológica y el fomento de especies leñosas. Este ecosistema, con una extensión mínima de 1 hectárea, genera bienes, ofrece servicios ambientales y sociales. Además, se distingue por contar con una cobertura arbórea que abarca más del 30% de la superficie total. Esta definición también abarca sistemas agroforestales que cumplen con estos criterios. Los tipos de vegetación contemplados en esta categoría son:	
<i>Bosque latifoliado</i>	Bosque generalmente perennifolio o siempre verde, se distribuye desde el nivel del mar hasta 2300 msnm y en algunas ocasiones hasta los 1 800 metros, con un rango pluviométrico comprendido entre 1000 a 4000 mm con temperatura que varía entre 20 y 25 Celsius (FAO, 2015)
<i>Bosque Seco</i>	Los bosques secos es un ecosistema conformado por árboles semidecíduos, de mediana altura, que alterna climas estacionales lluviosos breves con climas secos más prolongados, que crecen en zonas de menos de 800 msnm, con temperatura promedio de 26 a 28 Celsius y precipitaciones promedios de 500 a 700 mm por año. Esta unidad presenta una densidad arbórea mayor de 60%, con especies que pueden alcanzar entre 5 y 12 metros de altura (FAO, 2015).
<i>Bosque de Coníferas</i>	En el bosque de conífera se agrupan las aéreas con dominancia de pino, en forma pura o mezclada con especies de hoja anchas. Los bosques de pino se encuentran a elevaciones entre los 800 y 3085 metros, con pluviometría superior a los 1000 mm anuales y temperatura variable de 0 a 27 Celsius (FAO, 2015).
<i>Manglares</i>	Bosque de humedales salobres permanentemente inundados. Se desarrollan a lo largo de las zonas costeras y áreas aledañas a las desembocaduras de ríos y a orillas de lagos y lagunas costeras con intrusión salina. En esta formación los suelos son poco consolidados debido a la humedad. En altitudes entre 0 a 20 msnm, con pluviometría promedio de 600 a 2000 mm, temperatura media anual de 26 a 32oC. En estos tipos de humedales las plantas están adaptadas a ambientes inundados. La densidad arbórea de los bosques de mangle es mayor de 80 por ciento e incluye especies vegetales propias de esos ambientes especiales (FAO, 2015).
<i>Cultivos Perennes</i>	Esta categoría de uso del suelo incluye los siguientes cultivos: cacao, café.
Tierras de Cultivo	
Hace referencia a áreas destinadas a la actividad agrícola, abarcando cultivos anuales y algunas especies perennes que no cumplen con la clasificación de tierras forestales. Las categorías contempladas en esta clasificación son:	

Cultivos anuales y caña	Esta categoría de uso del suelo incluye los siguientes cultivos: arroz, vegetales, granos, caña y musáceas. También se incluyen cultivos perennes como: aguacate, mango, palma africana, coco y cítricos
Pastizales Pertenece al espacio cubierto por vegetación herbácea, arbórea y arbustiva, así como áreas destinadas a la ganadería. Se subdividen según el tipo biológico predominante y las especies que dominan. Los tipos de vegetación contemplados en esta clasificación son:	
Matorrales	Esta categoría agrupa las comunidades vegetales compuestas por especies arbustivas y especies arbóreas, que crecen en áreas en proceso de regeneración natural resultante del talado de los bosques, o cuando las condiciones ambientales y o del sustrato geológico limitan su desarrollo. Alcanzan una altura máxima de 5 metros y se pueden encontrar en diversos ambientes (secos y húmedos) (FAO, 2015).
Pasto	Espacios destinados a la ganadería, ya sea con o sin la presencia de árboles aislados, abarcando pastizales tanto naturales como gestionados.
Asentamientos Engloba áreas suburbanas, ciudades, villas, poblados, complejos turísticos y zonas industriales. Son espacios habitados con construcciones de importancia. Además, abarca viviendas dispersas en entornos rurales y cualquier otra zona habitada.	
Humedales Comprende cuerpos de agua interiores, tanto naturales como artificiales, tales como lagos, lagunas y embalses, así como espejos de agua con vegetación herbácea y gramíneas en áreas inundadas.	
Otras tierras Incluye suelos desprovistos de vegetación, áreas propensas a deslizamientos, zonas mineras, terrenos degradados, dunas y lechos de ríos.	

Fuente: Inventario GEI_UTCUS

6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras

Como se mencionó, la información sobre los datos de actividad se obtuvo de la evaluación del uso de la tierra y del cambio de uso de la tierra utilizando Collect Earth Desktop, usando imágenes de alta resolución (Google Earth y Bing Maps) disponibles para el periodo 2005 a 2022 e, imágenes de media (Sentinel) y baja resolución (Landsat) para la interpretación del uso del suelo del periodo 2000-2018.

La herramienta permitió a los usuarios ingresar datos sobre el uso actual de la tierra y los cambios históricos de uso de la tierra, permitiendo a los expertos del país determinar el período de referencia más apropiado para sus objetivos de monitoreo. Para esto, se adaptaron los formularios de entrada de datos de la herramienta de Collect Earth al esquema de clasificación de usos de la tierra de la República Dominicana, asegurando la coherencia con las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Para realizar una evaluación representativa a nivel nacional se estableció una Malla de 2.5 x 2.5 km la cual permitió obtener 7697 puntos o parcelas de evaluación de 100 x 100 m cada una. Para definir la cobertura en cada punto, se contó con las imágenes disponibles en Google Earth de alta resolución (2001-2022). Para los casos donde no hubo imágenes en alta resolución se utilizó un mosaico Landsat 2005 de 30x30 m de resolución, mayoritariamente libre de nubes, generado en Google Earth Engine.

Mediante el análisis de las imágenes, en cada parcela se evaluó a partir de porcentajes de cobertura del suelo predefinidos y siguiendo un nivel jerárquico de decisión, la categoría de uso del suelo de referencia o inicial. Posteriormente, se identificó de manera visual por parte de los intérpretes los cambios históricos de las categorías de uso registrándolos de manera sistemática en los formularios creados.

Esta colecta de datos permitió a República Dominicana aplicar un análisis anual parcela por parcela. Una vez finalizada la colecta de datos, se extrajo una base de datos CVS de la evaluación Collect Earth con toda la información registrada para cada una de las 7697 parcelas desde 2000 hasta 2022. Cada una de las parcelas incluyó la serie temporal que indica el uso de suelo, si la parcela se mantuvo en la misma categoría de uso, o por el contrario indicando el año y la categoría de conversión de uso.

Finalmente, se creó un sistema de codificación para agregar parcelas con el mismo uso de la tierra y/o cambio de uso de la tierra, para el análisis de las 7697 parcelas, lo cual permitió establecer dinámicas de parcelas con usos y/o cambios de uso de la tierra equivalentes. Estas trayectorias permitieron simplificar el análisis, reduciendo considerablemente el número de parcelas para las cuales se aplicaron las ecuaciones para la estimación de emisiones (Ver más información en Anexo Sectorial).

En la **tabla 6-5** se puede observar la Matriz de Representación Coherente de las tierras del último año del inventario, generada a partir del análisis descrito (Ver todas las matrices en Anexos Sectorial)

Tabla 6. 1

Matriz de Representación Coherente de las tierras, año final 2022.

Land Use and Land Use Change (LULUC) Vertical: Final Use Horizontal: Initial Use	Bosque humedo FHUM	Bosque seco FSEC	Bosque de coníferas FCON	Bosque de manglar FMAN	Cultivos perennes FPER	Cultivo anual CANU	Matorral humedo GMAH	Matorral seco GMAS	Pasto GPAS	Humedales WET	Zona urbana SURB	Suelo sin vegetación OSIN	TOTAL
Bosque humedo FHUM	873.298								22965				TOTAL
Bosque seco FSEC		486.614							7448				
Bosque de coníferas FCON			309.720						1241				
Bosque de manglar FMAN				19.241					0				
Cultivos perennes FPER					268.134				1862				
Cultivo anual CANU	2483	3103	1241		1241	826747							
Matorral humedo GMAH	4345		621		0		299.789						
Matorral seco GMAS		0						263.789					
Pasto GPAS	8069	1241	0	0	0				1.135.846				
Humedales WET										72620			
Zona urbana SURB	621	0	0		0						111.723		
Suelo sin vegetación OSIN												53.379	
TOTAL	888.815	490.958	311.582	19.241	269.375	826.747	299.789	263.789	1.169.363	72.620	111.723	53.379	4.777.380

Fuente: elaboración propia

En promedio se han reportado alrededor de 180 mil hectáreas en cambio en la serie temporal, lo cual sugiere que la dinámica en “otras tierras” es limitada en comparación con categorías como tierras forestales o cultivos. Esto se debe a que “otras tierras” agrupa superficies con muy poca o nula vegetación, las cuales no presentan las mismas variaciones de conversión que se observan en otras categorías (por ejemplo, las transiciones de bosques a pastizales o de cultivos a tierras forestales)

Los años 1998–2000, para los cuales no se disponía de imágenes satelitales nacionales, se reconstruyeron retrospectivamente a partir de las trayectorias de cambio observadas entre 2000 y 2005, utilizando la información derivada del Inventario Nacional Forestal (INF) y aplicando los mismos parámetros y metodología. Los puntos sin evidencia de conversión conservaron el mismo uso asignado en 2000, asegurando la coherencia temporal y la consistencia de la serie.

6.4. Tierras forestales (CRT 4.A)

6.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Tierras Forestales. Las emisiones y absorciones de GEI se informan en dos grandes subcategorías.

La primera asociada a Tierras forestales que permanecen, en las cuales se cuantifican las absorciones generadas por las coberturas forestales en pie que son gestionadas y las emisiones derivadas de la cosecha de madera y perturbaciones, estas últimas asociadas a incendios reportados en superficies forestales. En el presente inventario de GEI de República Dominicana no se reportan las emisiones asociadas a Leña-combustible por ausencia de información.

La segunda gran subcategoría de reporte cuantifica los cambios en las existencias de carbono que se dan en los tres depósitos, debido a conversiones de superficies que inicialmente pertenecían a un uso distinto de la tierra y pasaron a ser Tierras Forestales. En esta subcategoría se cuantifica principalmente absorciones por el crecimiento de especies arbóreas asociadas a procesos de restauración, reforestación y aforestación. Esta subcategoría se subdivide a su vez en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Cultivos, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Tierras Forestales.

La categoría de Tierras Forestales definida por República Dominicana se encuentra integrada por cinco coberturas, Bosque latifoliado, Bosque Seco, Bosque de Coníferas, Manglares y Cultivos Perennes (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

Las diferentes subcategorías asociadas a Tierras Forestales presentan unas emisiones netas negativas para todo el periodo reportado, lo cual indica principalmente que esta Tierras Forestales se destaca por que sus absorciones de GEI son mayores que sus emisiones ([Tabla 6-6](#)). Al comparar la serie histórica se observa una tendencia de incremento de las absorciones del 13% (valores negativos más grandes) al comparar los años 1998 y 2022.

Tabla 6-42:

Balance de GEI subcategoría Tierras Forestales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-9.054,08	-9.054,08	- 6.157,68	-8.618,02	-7.458,31	-6.475,01	-6.330,65	-6.108,00
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-	-	-21,74	-169,50	-223,63	-271,38	-271,38	-271,38
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	-	-	-757,61	-1.331,92	-2.712,48	-3.185,20	-2.982,74	-3.775,82
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	-	-	-13,87	-63,38	-55,22	-104,38	-65,99	-65,99
Total	-9.054,08	-9.054,08	-6.950,90	-10.182,82	-10.454,69	-10.035,97	-9.650,76	-10.221,19

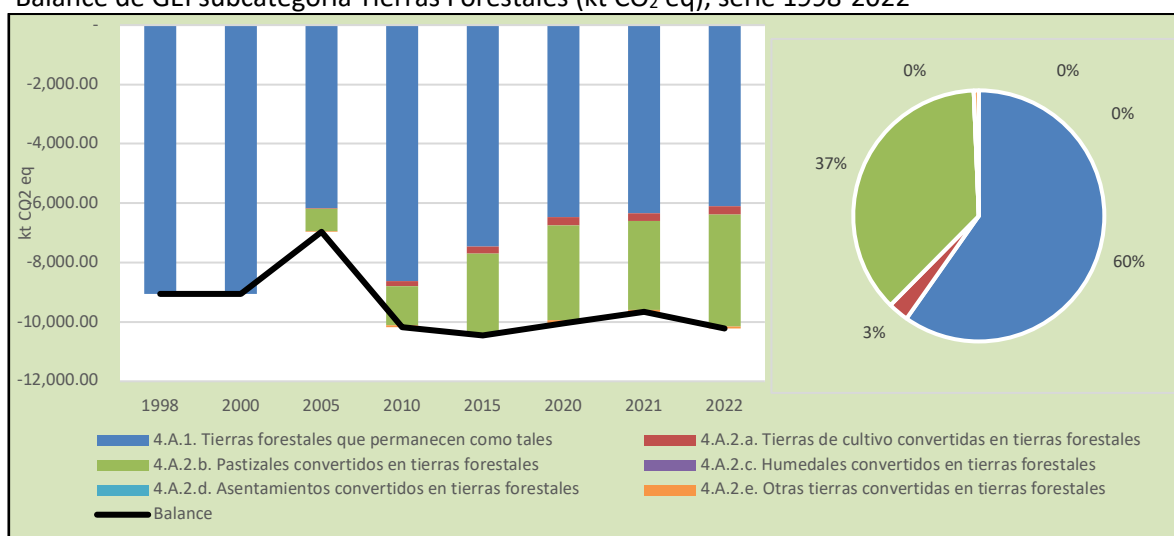
Fuente: Elaboración Propia

Las Tierras Forestales que Permanecen presenta los mayores volúmenes de absorción a lo largo de la serie temporal, los cuales pueden considerarse relativamente estables y, representaron para el año 2022 un 60% (Figura 6-3).

Por el contrario, y como se observa en la Figura 6-3, las Tierras Convertidas en Tierras Forestales, presentan una tendencia creciente de sus absorciones a partir del año 2002, pasando de -177 kt CO₂ eq a -4.113,19 kt CO₂ eq para el año 2022. La subcategoría de conversión que presentó las mayores absorciones fue Pastizales convertidos en Tierras Forestales, la cual representó el 37% de las absorciones reportadas en 2022 de la categoría Tierras Forestales.

Figura 6-3

Balance de GEI subcategoría Tierras Forestales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

La pérdida de tierras forestales se debe principalmente a las conversiones hacia tierras de cultivo y pastizales.

Las emisiones en tierras forestales que permanecen asociadas a la degradación forestal se deben principalmente a incendios y extracción de la madera. Se reconoce que existen datos que hace falta agregar al análisis como son áreas afectadas por plagas o extracción de leña para combustible, entre los más relevantes. También se destaca que diversos terrenos forestales pasan primero por un proceso de agricultura de subsistencia antes de convertirse en pastizal.

Estos resultados corroboran la información anteriormente presentada en la nota de Idea del proyecto para el Programa de Reducción de Emisiones (ER-PIN) presentado el año 2013, donde se reportó que existen seis causas de deforestación directa (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018):

- Agricultura de tumba y quema y ganadería extensiva
- Manejo Forestal Inadecuado
- Extracción de madera y productos forestales no madereros
- Incendios Forestales
- Expansión urbana y de áreas turísticas no planificadas

-
- Pestes y Enfermedades Forestales.

Asimismo, el documento Análisis de las causas directas e indirectas de la deforestación y degradación de los bosques en la República Dominicana (MARN, 2011), indicó que las principales causas directas de la deforestación que fueron identificadas mediante procesos participativos a nivel nacional son:

- Ganadería comercial
- Tala ilegal de bosque natural
- Agricultura comercial
- Agricultura migratoria/subsistencia
- Minería a cielo abierto
- Incendios de alta intensidad
- Infraestructura
- Extracción de madera leña/carbón
- Desastres naturales
- Insumos energéticos (Biomasa)

También reportan que las causas directas de la degradación de bosques son las siguientes:

- Pastoreo de ganado en bosques
- Extracción de madera leña/carbón
- Planes de manejo mal gestionados/mal ejecutados
- Incendios de mediana y baja intensidad
- Introducción de especies exóticas/invasoras
- Desastres naturales
- Tala ilegal de bosque natural
- Extracción productos forestales madereros
- Plagas y enfermedades forestales
- Otras causas misceláneas
- Minería a cielo abierto
- Infraestructura

A su vez, el Sexto Informe de Biodiversidad de la República Dominicana (MARN, 2011) reporta que las causas principales de la pérdida de bosques son la expansión agrícola, seguida por la extracción de madera para diversos fines; los incendios forestales, y la construcción y ampliación de carreteras, puertos, ciudades y otras infraestructuras.

Como causas indirectas de la deforestación y degradación de los bosques, se han identificado aspectos como (MARN, 2018):

- Aplicación de políticas de desarrollo rural inadecuadas, como es la expansión de la frontera agrícola y diversos incentivos perversos que inducen el cambio de uso de suelo.
- Ausencia de incentivos forestales
- Baja valoración económica de bosques
- Crecimiento poblacional
- Debilidad en la institucionalidad forestal
- Debilidad en las políticas públicas

-
- Desastres naturales
 - Dinámica migratoria
 - Falta de educación ambiental
 - Incumplimiento legislación vigente
 - Informalidad mercado leña/carbón
 - Insumos energéticos (biomasa)
 - Otras causas misceláneas
 - Pobreza-desempleo
 - Tenencia de la tierra
 - Turismo

Si bien existe una marcada tendencia a una mayor pérdida de hectáreas de las tierras forestales que permanecen, la dinámica de los bosques de la República Dominicana también presenta una importante conversión hacia tierras forestales. Es decir, existe tendencias de cambios de uso de suelo de tierras como pastizales y cultivos que se convierten hacia terrenos forestales, principalmente en los últimos años (MARN, 2023).

Las absorciones en tierras convertidas a tierras forestales se deben en parte a que existen áreas bajo ganadería extensiva, que en una época estuvieron como agricultura extensiva con poca tecnología y posteriormente esas áreas se usaron para incorporar ganado o se abandonaron, lo que permite que haya crecimiento y recuperación del bosque. Además, los propietarios son beneficiados por incentivos de actividad forestal en esos mismos predios. Además, el Plan Nacional Quisqueya verde, que es el Plan Gubernamental de Reforestación masiva de alcance nacional que se comenzó en 1997, se ha mantenido hasta la actualidad, y por la cual se ha podido aumentar la superficie de reforestación. Con una inversión de más US\$12 millones al año, aportados con fondos del Presupuesto Nacional a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se incentiva a los productores, para no realizar acciones de deforestación (MARN, 2023).

Los planes de ordenación también han sido clave para la conservación del área de bosque. Por ejemplo, del 2001 al 2011, el Ministerio de Ambiente autorizó 850 planes de manejo que abarcan una superficie de 63,000 hectáreas. A finales de 2011 se concluyó un estudio del impacto del manejo forestal en el municipio de Restauración que mostro un aumento del 12% de la cobertura de bosques entre el 2003 y el 2010. (MARN, 2023).

Por otro lado, a principios de la década de los 80, el carbón de madera como combustible era usado por el 90% de la población, lo que impactaba en gran medida a los bosques. A mediados de la década de los 80s se implantó una política gubernamental de subsidio al gas propano y a las estufas que lo utilizan teniendo grandes resultados. Con esta estrategia, se redujo significativamente la demanda por carbón en menos de 20 años. En efecto, en la actualidad se estima que la población que utiliza este tipo de energía es de solo el 12%, lo que disminuyó en gran medida la presión hacia los bosques, principalmente los Bosques secos. (MARN, 2023).

Otro programa que incentivó la conservación y manejo del bosque seco fue el Programa de Manejo Racional de Bosque Seco en los años 90-2000. Este programa aglutina unas 70 organizaciones de base, distribuidas en 6 provincias del Suroeste: Azua, San Juan de la Maguana, Bahoruco, Independencia, Barahona y Pedernales. La historia reciente del manejo del Bosque Seco de la República Dominicana ha dado una perspectiva de gran valor a este ecosistema. La Federación de Productores de Bosque Seco del Suroeste (FEPROBOSUR) es la mejor y casi única “escuela” con que

cuenta el país en lo relativo al manejo de este tipo de ecosistema (INDESUR-GTZ, 1992). (MARN, 2023).

Otro aspecto que considerar también es el aumento de las remesas en la economía del país. República Dominicana es un país netamente receptor de remesas, ya que la cantidad de remesas recibidas es superior a la de remesas enviadas. República Dominicana recibe remesas de los emigrantes dominicanos que viven principalmente en Estados Unidos, España e Italia. Esto ha impactado el manejo y uso de la tierra, ya que las personas no necesitan de la agricultura o de la ganadería para la subsistencia, reduciendo significativamente la presión sobre los bosques y lo cual impacta también en la recuperación de tierras (MARN, 2023).

6.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para el análisis de la serie temporal de 1998 a 2022, se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas a esta categoría y sus subcategorías.

El Inventario Forestal de República Dominicana generó los principales factores de nivel 2, los cuales fueron usados en la estimación de emisiones/absorciones de esta categoría, principalmente los determinados para contenidos materia seca y tasas de crecimiento de la biomasa específicos para cada una de las coberturas que representan la categoría Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En cuanto al sector UTCUTS, las emisiones y absorciones de CO₂, basadas en los cambios en las existencias de carbono en el ecosistema, fueron estimadas para cada categoría de uso de la tierra. Esto incluye tanto las tierras que permanecen en una categoría específica como aquellas que transitan a otra categoría de uso de la tierra. Los cambios en las existencias de carbono se describen mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector AFOLU estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

Fuente: Ecuación 2.1, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

ΔC = cambios en las existencias de carbono

Los índices se refieren a las siguientes categorías de uso de la tierra: FL = Tierras forestales, CL = Tierras de cultivo, GL = Pastizales, WL = Humedales, SL = Asentamientos, OL = Otras tierras.

Para cada una de las categorías de uso de la tierra, los cambios en las existencias de carbono se estiman respecto a todos los estratos o subdivisiones de la superficie de la tierra seleccionados para una categoría de uso de la tierra, entre los cinco depósitos de carbono. En general, los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato se estiman sumando los cambios de todos los depósitos, como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Cambios en las existencias anuales de carbono para una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de cada uno de los estratos dentro de la categoría

$$\Delta C_G = \Sigma(\Delta C_{LU})$$

Fuente: Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

ΔC_{LU} = cambios en las existencias de carbono para una categoría de uso de la tierra, según lo indicado en la ecuación anterior

i = indica un estrato o una subdivisión específicos dentro de la categoría de uso de la tierra, $i = 1$ a n .

Ecuación 3. Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Fuente: Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año⁻¹

ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año⁻¹

ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año⁻¹

Ecuación 4. Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_G = \Sigma(A * G_{total} * CF)$$

Fuente: Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año⁻¹

A = Área de tierras que permanecen en la misma categoría. ha

G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha⁻¹ año⁻¹

CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C (tonelada m.s)⁻¹

Ecuación 5. Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Fuente: Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año⁻¹

$L_{\text{remoción-bosques}}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C año⁻¹

$L_{\text{madera-combustible}}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t C año⁻¹

$L_{\text{perturbación}}$ = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones*. t C año⁻¹

Ecuación 6. Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de bosques.

$$L_{\text{remoción-bosques}} = \{H * BCEF_R * (1 + R) * CF\}$$

Fuente: Ecuación 2.12, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

$L_{\text{remoción-bosques}}$ = pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C año⁻¹

H = extracción de madera anual. m³ año⁻¹

$BCEF_R$ = factor de conversión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza). $t_{\text{biomasa-removida}} (m^3_{\text{removida}})^{-1}$

R = relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. $t_{bg} \text{ m.s} (t_{ag} \text{ m.s})^{-1}$

CF = fracción de carbono de la materia seca. T C (tonelada m.s)⁻¹

Ecuación 7. Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de madera combustible.

$$L_{\text{madera-combustible}} = [\{FG_{\text{arbol}} * BCEF_R (1 + R)\} + FG_{\text{part}} * D] * CF$$

Fuente: Ecuación 2.13, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

$L_{\text{madera-combustible}}$ = pérdida anual de carbono debida a la remoción de madera combustible, ton C año⁻¹

$BCEF_R$ = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza), toneladas de remoción de biomasa (m³ de remociones)⁻¹

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea, en ton d.m. de biomasa subterránea (ton d.m. de biomasa aérea)⁻¹

FG_{part} = volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros, m³ año⁻¹

D = densidad básica de la madera, ton d.m. m⁻³

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (ton d.m.)⁻¹

Ecuación 8. Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones.

$$L_{\text{perturbación}} = \{A_{\text{perturbación}} * B_W * (1 + R) + CF * fd\}$$

Fuente: Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

$L_{\text{perturbación}}$ = otras pérdidas anuales de carbono, ton C año⁻¹

$A_{\text{perturbación}}$ = superficie afectada por perturbaciones, ha año⁻¹

B_W = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones, ton d.m. ha⁻¹

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea, en ton d.m. de biomasa subterránea (ton d.m. de biomasa aérea)⁻¹

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (ton d.m.)⁻¹

fd = fracción de biomasa perdida por perturbaciones

Ecuación 9. Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego

$$L_{fuego} = \{A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}\}$$

Fuente: Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Dónde:

L_{fuego} = cantidad de emisiones GEI provocada por el fuego. t de cada GEI año⁻¹

M_B = masa de combustible disponible para la combustión, t.ha⁻¹

A = superficie quemada. ha.

C_f = factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del cuadro 2.6 de IPCC, capítulo 2)

G_{ef} = factor de emisión, g kg⁻¹ de materia seca quemada. (valores por defecto del cuadro 2.5 de IPCC, capítulo 2)

6.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

De acuerdo con la explicación proporcionada en la sección referente a la representación coherente de las tierras, se ha llevado a cabo la generación de datos de actividad, particularmente áreas, para la serie temporal 2000-2022, focalizándose en determinar la superficie constante y los cambios de superficie entre diferentes usos. Para los años 1998 y 1999, se mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000.

Adicionalmente los datos de actividad asociados al volumen de madera cosechado y áreas de incendios afectadas por disturbios, fueron tomadas de estadísticas nacionales hasta el año 2018, de las Memorias anuales del Viceministerio de Recursos Forestales, del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los Registros del Programa Nacional de gestión y Manejo del Fuego, respectivamente. Para el periodo 2019 a 2022 se mantuvo constante el área reportada del último año debido a ausencia de información.

En lo relativo a las cosechas de madera, los aprovechamientos de madera criolla autorizados, en bosque natural y en plantaciones forestales, representa una superficie menor al 10% de la superficie cubierta de bosques, por lo que la cosecha anual está por encima de 8 m³/Ha/año. Por otro lado, algunos picos que se presentan en la serie histórica de aprovechamiento se deben a las medidas de veda forestal que se aplican en el país de forma administrativa, de forma cíclica, con el cambio de autoridades gubernamentales. Lo cual es una huella de más de 3 décadas de veda forestal que tuvo el país desde 1967 hasta el 2000.

En la **Tabla 6-7** se puede observar los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Tierras Forestales.

Tabla 6-7:

Datos de actividad de la subcategoría Tierras Forestales, serie 1998-2022

Año	Tierras Forestales que Permanecen (ha)	Remociones anuales de madera cosechada (H: m3/año)	Volumen anual de leña cosechado _Arboles (m3/ año)	Volumen anual de leña cosechada _Partes (m3/ año)	Área Afectada por disturbio (ha)	Tierras agrícolas convertidas a tierras forestales (ha)	Pastizales convertidos a tierras forestales (ha)	Humedales convertidos a tierras forestales (ha)	Asentamientos convertidos a tierras forestales (ha)	Otras tierras convertidas a tierras forestales (ha)	Tierras convertidas en tierras Forestales acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en tierras Forestales (ha)
1998	1.849.629	39.900	-	-	3.304	-	-	-	-	-	-	-
1999	1.849.629	39.900	-	-	3.304	-	-	-	-	-	-	-
2000	1.849.629	39.900	-	-	3.304	-	-	-	-	-	-	-
2001	1.849.629	38.000	-	-	8.124	-	-	-	-	-	-	-
2002	1.845.905	85.000	-	-	1.186	621	4.345	-	-	-	-	4.965
2003	1.838.456	46.059	-	-	6.026	-	8.069	-	-	-	-	4.965
2004	1.831.008	43.500	-	-	17.919	1.241	20.482	-	-	621	13.034	35.379
2005	1.813.629	32.000	-	-	30.423	-	14.896	-	-	-	35.379	50.275
2006	1.813.629	66.000	-	-	3.253	-	621	-	-	-	50.275	50.896
2007	1.809.905	32.000	-	-	2.032	-	3.103	-	-	-	50.896	53.999
2008	1.801.836	83.000	-	-	6.539	-	11.793	-	-	-	53.999	65.792
2009	1.792.526	59.000	-	-	3.240	621	13.655	-	-	-	65.792	80.068
2010	1.778.871	44.000	-	-	3.903	1.241	13.655	-	-	-	80.068	94.964
2011	1.770.181	36.000	-	-	3.671	3.724	37.241	-	-	-	94.964	135.929
2012	1.755.906	74.000	-	-	2.096	3.724	26.069	-	-	1.241	135.929	166.963
2013	1.741.630	50.000	-	-	11.472	3.724	37.241	-	-	-	166.963	207.928
2014	1.721.768	41.000	-	-	11.693	3.724	33.517	-	-	-	207.928	245.169
2015	1.712.458	76.000	-	-	11.674	-	8.690	-	-	-	245.169	253.858
2016	1.700.665	50.000	-	-	1.164	-	11.793	1.241	-	-	253.858	266.893
2017	1.683.286	178.000	-	-	825	4.345	24.207	-	-	621	266.893	296.065
2018	1.668.390	80.000	-	-	2.931	1.241	11.172	-	-	-	296.065	308.478
2019	1.660.321	-	-	-	2.931	-	6.828	-	-	-	-	-
2020	1.636.114	-	-	-	2.931	-	21.724	-	621	-	-	-
2021	1.631.770	-	-	-	2.931	-	3.724	-	-	-	-	-
2022	1.598.253	-	-	-	2.931	-	33.517	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

6.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los principales factores de emisión Nivel 2 usados en las estimaciones del sector UTCUTS se obtuvieron de los datos del Inventario Nacional Forestal de República Dominicana, combinando en algunos casos estadísticas nacionales, investigaciones específicas del país y literatura científica. Los factores asociados al crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono reportados en la **Tabla 6-8** corresponden a niveles 2, para las coberturas que integran las Tierras Forestales del país

Tabla 6-8:

Factores de emisión aplicados a la estimación de emisiones de GEI asociados con contenidos de carbono e incrementos de carbono en la biomasa.

Categoría	Subcategoría/fuente	Crecimiento Biomasa total (Permanencias)	Crecimiento Biomasa (después de la conversión)	Biomasa total (Temprano)	Biomasa total (tardío)	Relación biomasa aérea/biomasa a subterránea (R)	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono	Fracción de carbono de la materia seca
		[t C / ha / año]	[t C / ha / año]	[t C / ha]	[t C / ha]	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[Años]	[t C / (t.m.s)]
Tierras Forestales	bosque húmedo (FHUM)	1,73	2,14	32,09	60,70	0,31	35	0,47
	bosque seco (FSEC)	0,65	0,85	17,06	32,51	0,21	50	
	coníferas (FCON)	1,19	2,51	50,17	71,28	0,32	60	
	manglar (FMAN)	2,00	2,41	16,87	90,15	0,49	45	
	cultivos perennes (FPER)	1,89	2,60	26,04	56,71	0,24	30	
Tierras de Cultivo	Cultivo anual (CANU)	-	5,00	5,00	-	-	1	0,50
Pastizales	Matorral húmedo (GMAH)	-	0,95	10,45	28,79	0,27	11	0,47
	Matorral seco (GMAS)	-	0,69	7,57	17,66	0,24	11	
	Pasto (GPAS)	-	0,37	4,09	16,40	0,24	11	
Humedales	Humedales (WET)	-	-	-	-	-	-	-
Asentamientos	Zona urbana (SURB)	-	-	-	-	-	-	-
Otras Tierras	Suelo sin vegetación (OSIN)	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Modificado de Inventario GEI_UTCUS

El país se encuentra en una zona muy activa de tormentas y huracanes tropicales. La temporada de huracanes va del 20 de junio al 30 de noviembre. Esto genera condiciones específicas en los bosques, principalmente, que estos no alcancen una estabilidad total. Es por esto, que los bosques de la República Dominicana se consideran bosques secundarios, ya que han sido afectados ya sean durante el periodo de referencia o antes que él. Por lo tanto, estos bosques como están sujetos a afectaciones continuas también están en crecimiento continuo. Es por esto, que todos los bosques, aunque estén en la categoría de Tierras forestales que permanecen en tierras forestales, se les asigna una tasa de crecimiento. Sin embargo, esta tasa de crecimiento es menor a cuando hay conversión de hacia tierras forestales, ya que los bosques jóvenes o de edad temprana tienen una mayor tasa de crecimiento, debido principalmente a la presencia de especies pioneras y dominantes. Esta alta tasa de crecimiento se mantuvo hasta una edad calculada donde se considera que el bosque pasa de una edad temprana a una edad media, donde se le empieza a asignar los valores de Tierras forestales que permanecen en tierras forestales, ya de menor valor. (Ver Inventario GEI_UTCUS) (MARN, 2023)¹⁹.

Cuando no se contó con información específica de factores de emisión, se aplicó el nivel metodológico 1, tomando factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, el suplemento de Humedales del IPCC de 2013 y el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006, apoyado por juicio de expertos, como es el caso de los observados en la **Tabla 6-8**, **Tabla 6-9** y **Tabla 6-10**.

¹⁹ Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales (2023). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. 2001-2018. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1-GxPI27Vs652ElogZM83Dto9SqG9jYgb/view?usp=sharing>

Tabla 6-9: Factores de emisión aplicados a las estimaciones de pérdidas de contenidos de carbono en Tierras Forestales que Permanece por cosecha de madera y perturbaciones.

Categoría	Subcategoría/fuente	Factor de expansión de cosechas de madera (BCEFR)	Biomasa disponible para la combustión * el factor de combustión	Factor de emisión_CH4	Factor de emisión_N2O
		[t C/m3]	[t C / ha]	Adimensional	Adimensional
Tierras Forestales	bosque húmedo (FHUM)	0,67	42,2	6,8	0,2
	bosque seco (FSEC)				
	coníferas (FCON)				
	manglar (FMAN)				
	cultivos perennes (FPER)				

Fuente: Modificado de Inventario GEI.UTCUS

Particularmente los factores usados para estimar el Carbono Orgánico del Suelo reportado en la **Tabla 6-10**, fueron tomados de los valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2022. Los contenidos de carbono asociados a Materia Orgánica Muerta, en particular para las coberturas de Tierras Forestales, son de nivel 2 determinados a partir de la información del Inventario Nacional Forestal de República Dominicana (Ver Información adicional en Anexo sectorial).

Tabla 6-10: Factores de emisión aplicados usados en las estimaciones de los depósitos de Suelos y Materia Orgánica Muerta.

Categoría	Subcategoría/fuente	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Fu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Fracción de biomasa perdida después de degradación	Materia orgánica muerta
		[t C / ha]	Adimensional	Adimensional	Adimensional	Adimensional	[t C / ha]
Tierras Forestales	bosque húmedo (FHUM)	68,11	1,00	1,00	1,00	39,75	5,96
	bosque seco (FSEC)	101,31					3,56
	coníferas (FCON)	72,52					5,22
	manglar (FMAN)	114,83					3,67
	cultivos perennes (FPER)	53,33					4,19
Tierras de Cultivo	Cultivo anual (CANU)	73,50	0,83	1,00	0,92	NA	-
Pastizales	Matorral húmedo (GMAH)	81,15	1,00	0,70	1,00	NA	0,78
	Matorral seco (GMAS)	115,24				NA	1,19
	Pasto (GPAS)	79,45				NA	0,47
Humedales	Humedales (WET)	-	-	-	-	NA	-
Asentamientos	Zona urbana (SURB)	-	-	-	-	NA	-
Otras Tierras	Suelo sin vegetación (OSIN)	-	-	-	-	NA	-

Fuente: Modificado de Inventario GEI.UTCUS

6.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.4.4. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores específicos del país, cuando son de nivel 2 o por defecto según la información suministrada por los capítulos del volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*, apoyados por consulta de expertos del país.

En general, para los datos de actividad asociados al análisis de superficies de uso y cambio de uso de la tierra, los equipos técnicos del país calcularon una incertidumbre del $\pm 6\%$. Para los factores de emisión por defecto y que no tenían una información de referencia se aplicó una incertidumbre de $\pm 50\%$.

La categoría Tierras Forestales presentó una incertidumbre agregada para el año 2022 de 15% y una incertidumbre de tendencia del sector al ser comparada con 1998 del 16,6%. A nivel de subcategorías, las emisiones netas asociadas a las fuentes de Carbono Orgánico del Suelo presentaron las mayores incertidumbres agregadas ([Tabla 6-11](#)).

Tabla 6-11

Incertidumbre combinada de la subcategoría Tierras Forestales

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+-) %	(+-) %	(+-) %
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Tierras forestales que permanecen como tales - FFFF/FCON	CO ₂	6%	11%	12%
	Tierras forestales que permanecen como tales - FFFF/FHUM	CO ₂	6%	11%	12%
	Tierras forestales que permanecen como tales - FFFF/FSEC	CO ₂	6%	14%	15%
	Tierras forestales que permanecen como tales - FFFF/FMAN	CO ₂	6%	16%	17%
	Tierras forestales que permanecen como tales - FFFF/FPER	CO ₂	6%	16%	17%
	F>F Before conversion -Coníferas (FCON)	CO ₂	6%	11%	12%
	F>F Before conversion -Bosque humedo (FHUM)	CO ₂	6%	11%	12%
	F>F Before conversion -Bosque seco (FSEC)	CO ₂	6%	14%	15%
	F>F Before conversion -Manglar (FMAN)	CO ₂	6%	16%	17%
	F>F Before conversion -Cultivos perennes (FPER)	CO ₂	6%	16%	17%
	Tierras forestales que permanecen como tales (Losses)	CO ₂	50%	24%	56%
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	Cultivos convertidos en Tierras Forestales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	11%	12%
	Cultivos convertidos en Tierras Forestales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	0%	0%	0%
	Cultivos convertidos en Tierras Forestales (DOM)	CO ₂	6%	226%	226%
	Cultivos convertidos en Tierras Forestales (SOC)	CO ₂	6%	361%	361%
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	Pastizales convertidos en Tierras Forestales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	2%	6%
	Pastizales convertidos en Tierras Forestales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	6%	81%	81%
	Pastizales convertidos en Tierras Forestales (DOM)	CO ₂	6%	16%	17%
	Pastizales convertidos en Tierras Forestales (SOC)	CO ₂	6%	174%	174%
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	Otras Tierras convertidos en Tierras Forestales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	8%	10%
	Otras Tierras convertidos en Tierras Forestales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	0%	0%	0%
	Otras Tierras convertidos en Tierras Forestales (DOM)	CO ₂	6%	24%	24%
	Otras Tierras convertidos en Tierras Forestales (SOC)	CO ₂	6%	111%	112%

Fuente: Elaboración Propia

6.4.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Los métodos explicados en la sección 6.5 y las definiciones previamente establecidas para categorizar los usos de la tierra, permitieron establecer una serie temporal coherente para la categoría. Los valores atípicos estimados específicamente para el año 2005, pueden explicarse debido al comportamiento de incendios reportados en los Registros del Programa Nacional de gestión y Manejo del Fuego. La serie temporal es consistente desde el año 2000, razón por la cual se tomó la decisión de mantener constante la información de superficies de la tierra para los años 1998 y 1999, de tal forma que no se afectara la aproximación 3 realizada por el país.

6.4.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes, asociados a la generación de datos de actividad, se incorporaron en el proceso de control de calidad y garantía de la calidad, tres tipos de chequeos.

El primero, consistió en la supervisión del personal evaluador por parte de un experto para la identificación y corrección de errores; el segundo, la realización de chequeos aleatorios de una parte de las interpretaciones por parte de personal externo, sin la presencia del personal evaluador y el tercero, se incorporó chequeos de la replicabilidad de los datos.

Sumado a lo anterior, se incluyó la evaluación de la asignación de la categoría de uso de la tierra, realizando un control cruzado de los resultados entre intérpretes. Todos los resultados fueron analizados con el equipo de evaluación para proceder a hacer los ajustes a la metodología y al árbol de decisión de fotointerpretación que fueran necesarios.

Para los factores de emisión el Inventario Nacional Forestal, desarrollo mecanismos de control de calidad. El MARN, a través de la Unidad de Monitoreo Forestal (UMF), desarrolló un plan para reducir los errores no muestrales.

Desde la fase de planificación, se impartieron cursos sobre técnicas básicas de inventarios forestales. Posteriormente, una vez culminado la redacción del Manual de Campo del INF-RD, se realizaron talleres de capacitación de este. Una vez seleccionadas las cuadrillas responsables del levantamiento de campo, el personal técnico de las mismas recibió el entrenamiento correspondiente sobre el Manual de Campo y el Manual de Control de Calidad.

El control de calidad del inventario forestal se realizó mediante el levantamiento de un número determinado de parcelas (denominadas parcelas de control), con el objeto de detectar y analizar las desviaciones que se pueden producir en la toma de datos del inventario forestal. Este número de parcelas de control dependerá del total ejecutadas, y pueden ser seleccionadas de forma aleatoria o dirigida. La evaluación de la calidad de los datos de campo del INF-RD se realizó por parte de la UMF del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual seleccionó, localizó y remedió un 10% de las Unidades de Muestreo establecidas por cada una de las Cuadrillas de Campo, procurando una distribución equitativa en los diferentes estratos del INF-RD (Para mayor información ver: https://drive.google.com/file/d/1jVahW5oQ7EABkcPHmsgpkP_84SnU67cs/view?usp=share_link).

Igualmente, la Coalición de Naciones con Bosques Tropicales (CfRN) y el Panel Independiente de revisores de la Coalición de Naciones con Bosques Lluviosos, colaboró en el proceso de control y garantía de calidad de la información y estimaciones realizadas por el país.

6.4.7. Nuevos cálculos de la categoría

Aunque las estimaciones de la categoría Tierras Forestales no difieren significativamente (11%), al comparar el año 2015 del BUR 1, con el presente inventario de GEI (**Tabla 6-12**). Los métodos usados no son comparables. El país pasó de una aproximación 1 y de información estadística, para garantizar la Representación de Tierras, a una aproximación 3 y con información espacialmente explícita. Adicionalmente se generó una serie consistente desde el año 2000, a diferencia del método usado en el BUR 1, la cual no contaba con información para todos los años de la serie.

Tabla 6-12:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Tierras Forestales

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	-11.699,74							
INGEI actual	-10.449,64	-11.803,79	-12.842,73	-11.843,05	-9.755,31	-10.035,97	-9.650,76	-10.221,19
Diferencia	1.250,10							
Diferencia %	-11%							

Fuente: Elaboración Propia

6.4.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

República Dominicana presenta un inventario de GEI para el sector UTCUTS y particularmente para la categoría de Tierras Forestales consistente con las metodologías establecidas en las directrices del IPCC (2006). Mejorando significativamente, los niveles metodológicos para las estimaciones de emisiones y absorciones y las aproximaciones para garantizar una adecuada representación de las tierras.

Frente a potenciales del sector de Tierras Forestales se establecen las siguientes:

- Incluir en los formularios de la herramienta Collect Earth Desktop, la identificación de perdidas en los contenidos carbono por cosecha de madera, leña e incendios, de tal forma que se incluya las estimaciones de leña combustible, y la información de cosecha de madera y perturbaciones (actualmente se reporta a partir de estadísticas), sea consistente con las parcelas muestreadas de forma espacialmente explícita.
- Mediante la implementación de nuevos ciclos del Inventario Nacional Forestal, ajustar las tasas de crecimiento, principalmente de bosques que permanecen.
- Desarrollar métodos y generar información Nivel 2 del depósito de suelos.

6.5. Tierras de cultivo (CRT 4.B)

6.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Tierras de Cultivo. Las emisiones y absorciones de GEI se informan en dos grandes subcategorías.

La primera asociada a Tierras de Cultivo que permanecen, en las cuales se cuantifican las absorciones generadas por los cultivos en pie que son gestionadas.

La segunda gran subcategoría de reporte cuantifica los cambios en las existencias de carbono que se dan en los tres depósitos, debido a conversiones de superficies que inicialmente pertenecían a un uso distinto de la tierra y pasaron a ser Tierras de Cultivo. En esta subcategoría se estimó el cambio de los contenidos de carbono en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Tierras Forestales, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Tierras de Cultivo.

La categoría de Tierras de Cultivo definida por República Dominicana se define como áreas destinadas a la actividad agrícola, abarcando cultivos anuales y algunas especies perennes que no cumplen con la clasificación de tierras forestales, identificándose principalmente cultivos anuales y de caña (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

Las subcategorías de Tierras de Cultivo que permanece y Otras Tierras convertidas en tierras de cultivo presentan unas emisiones netas negativas, lo cual indica su aporte en absorciones de GEI ([Tabla 6-13](#)). Por el contrario, las categorías de Tierras Forestales y Pastizales convertidas en Cultivos presentan emisiones de GEI. Las cuales en la mayoría de los casos representan los mayores volúmenes de emisiones de este sector.

El análisis revela que la categoría de Tierras de Cultivo ha experimentado un incremento gradual en la superficie dedicada a la agricultura, en parte a través de la conversión de otras coberturas como bosques y pastizales. Esta transformación reduce la capacidad de almacenamiento de carbono del sistema, ya que los cultivos, especialmente los anuales, capturan menos carbono en comparación con los bosques. Así, el crecimiento de las tierras de cultivo se asocia a una tendencia neta de emisiones, lo que resalta la necesidad de estrategias que integren prácticas agroforestales para mitigar la pérdida de sumideros de carbono.

Tabla 6-13:

Balance de GEI de la subcategoría Tierras de Cultivo (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

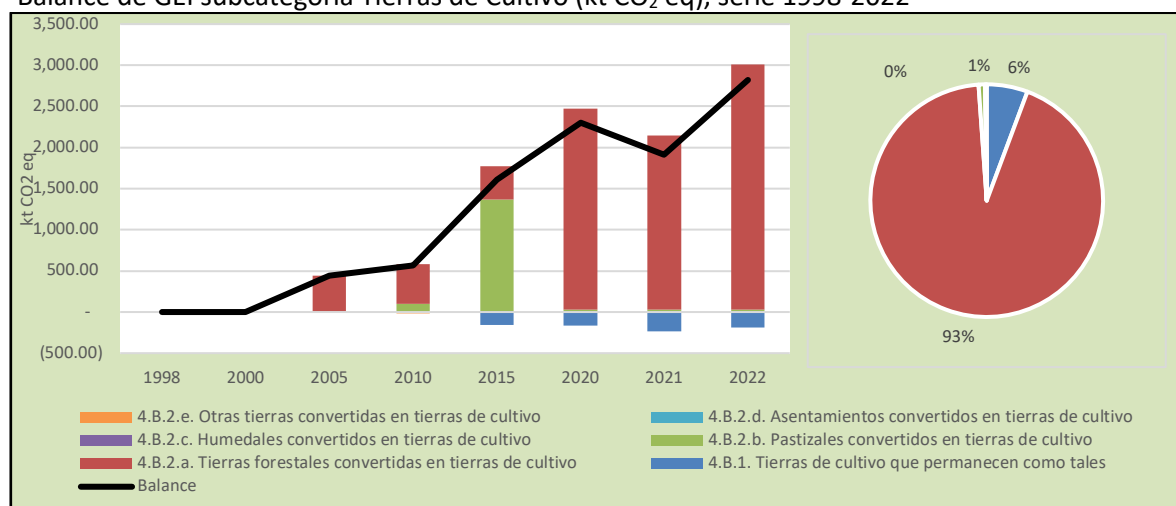
Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-	-	-	-	-147,93	-159,31	-227,58	-182,07
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	-	-	439,99	481,94	403,75	2.439,81	2.115,52	2.979,81
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	102,80	1.368,83	29,52	29,52	29,52
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	-	-	-	-19,16	-12,77	-6,39	-6,39	-6,39
Total	-	-	439,99	565,58	1.611,88	2.303,64	1.911,07	2.820,88

Fuente: Elaboración Propia

En 2022, 4.B.2.a Tierras Forestales convertidos en Cultivo, representan el 93% y 4.B.1 Tierras de cultivo permanentes el 6%. El Comportamiento de la subcategoría 4.B.2.a determina el balance neto de la categoría Tierras de Cultivo donde sus emisiones son mayores a las absorciones registradas.

Figura 6-4

Balance de GEI subcategoría Tierras de Cultivo (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

6.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas de sus subcategorías.

La información de nivel 2 corresponde principalmente a factores utilizados en el método de pérdidas y ganancias determinados con contenidos materia seca de las coberturas iniciales de Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Frente al uso de ecuaciones, para la estimación de emisiones y absorciones se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 reportadas en la sección 6.6.2.

6.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las superficies de cambio y de permanencia usadas en la estimación de esta categoría se explican en la sección 6.3.3, 6.4 y 6.5, debido a que se generan a partir de un método integral y consistente de análisis de uso de la tierra para la serie temporal 2000-2022. Para los años 1998 y 1999, se mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000.

En la **Tabla 6-14** muestra los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Tierras de Cultivo.

Tabla 6-14:

Datos de actividad (ha) de la Subcategoría Tierras de Cultivo, serie 1998-2022

Año	Tierras de Cultivo que Permanecen (ha)	Tierras forestales convertidas a tierras agrícolas (ha)	Pastizal convertido a tierras agrícolas (ha)	Humedales convertidos a tierras agrícolas (ha)	Asentamientos convertidos a tierras agrícolas (ha)	Otras tierras convertidas a tierras agrícolas (ha)	Tierras convertidas en tierras de Cultivo acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en tierras de Cultivo (ha)
1998	842.264	-	-	-	-	-	-	-
1999	842.264	-	-	-	-	-	-	-
2000	842.264	-	-	-	-	-	-	-
2001	841.643	-	621	-	-	-	-	621
2002	841.022	-	-	-	-	-	621	621
2003	840.402	-	621	-	-	-	621	1.241
2004	838.540	1.241	-	-	-	-	1.241	2.483
2005	838.540	1.862	-	-	-	-	2.483	4.345
2006	802.540	-	22.965	-	-	1.862	4.345	29.172
2007	802.540	1.241	-	-	-	-	29.172	30.413
2008	801.920	-	-	-	-	-	30.413	30.413
2009	800.678	1.862	1.241	-	-	-	30.413	33.517
2010	798.816	2.483	3.103	-	-	-	33.517	39.103
2011	794.471	3.724	2.483	-	-	-	39.103	45.310
2012	788.265	4.965	1.241	-	-	-	45.310	51.517
2013	777.713	2.483	1.241	-	-	-	51.517	55.241
2014	773.989	1.862	3.724	-	-	-	55.241	60.827
2015	739.851	621	50.896	-	-	621	60.827	112.964
2016	730.541	1.241	1.241	-	-	-	112.964	115.447
2017	726.817	2.483	3.724	-	-	-	115.447	121.653
2018	706.955	2.483	33.517	-	-	4.345	121.653	161.998
2019	684.611	8.690	-	-	-	-	161.998	170.688
2020	678.404	12.414	-	-	-	-	170.688	183.102
2021	673.439	9.931	-	-	-	-	183.102	193.033
2022	665.370	16.138	-	-	-	-	193.033	209.171

Fuente: Elaboración Propia

6.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En las tablas 6-8 y 6-10 reportadas en la sección 6.6.2.2, se pueden observar los factores utilizados para la estimación de emisiones absorciones de la categoría Tierras de Cultivo. Como se mencionó, los factores asociados a coberturas de Tierras Forestales como el crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono, más los contenidos de carbono de la materia orgánica muerta corresponde a un nivel metodológico 2.

6.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.5.4. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres aplicadas para los datos de actividad y los factores de emisión provienen de los valores específicos del país cuando son de nivel 2 o, por defecto según la información suministrada por los capítulos del volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*, apoyados por consulta de expertos del país.

En general, para los datos de actividad asociados al análisis de superficies de uso y cambio de uso de la tierra, los equipos técnicos del país calcularon una incertidumbre del $\pm 6\%$. Para los factores de emisión por defecto y que no tenían una información de referencia se aplicó una incertidumbre de $\pm 50\%$.

La categoría Tierras de Cultivo presentó una incertidumbre agregada para el año 2022 de 41,2%. Lo anterior explicado principalmente por las incertidumbres estimadas de la subcategoría Tierras Forestales y Otras Tierras convertidos en tierras de cultivo, en particular la fuente asociada a Carbono Orgánico del Suelo (Tabla 6-15).

Tabla 6-15: Incertidumbre combinada de la subcategoría Tierras de Cultivo.

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+) %	(+) %	(+) %
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	Cultivos que permanecen como Cultivos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	75%	75%
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	Tierras Forestales convertidos en Cultivos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	36%	36%
	Tierras Forestales convertidos en Cultivos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	6%	38%	38%
	Tierras Forestales convertidos en Cultivos (DOM)	CO ₂	6%	33%	34%
	Tierras Forestales convertidos en Cultivos (SOC)	CO ₂	6%	171%	171%
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	Pastizales convertidos en Cultivos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Cultivos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Cultivos (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Cultivos (SOC)	CO ₂	6%	56%	57%
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Otras Tierras convertidos en Cultivos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Cultivos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Cultivos (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Cultivos (SOC)	CO ₂	6%	194%	194%

NO: No ocurrieron emisiones ni absorciones por lo tanto no se reporta incertidumbre para el año 2022

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia temporal, el país aplicó de forma sistemática los métodos para la obtención de datos de actividad explicado en la sección 6.5, teniendo claro las definiciones de uso de la tierra y coberturas interpretadas en las imágenes. Así mismo el Departamento de Métrica y Transparencia del Cambio Climático y la Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales (DIARENA) con apoyo de la “Coalition for Rainforest Nations”, generaron métodos específicos para su aseguramiento. Específicamente para los años 1998 y 1999, se decidió mantener las superficies de las coberturas identificadas en el año 2000, para no afectar las observaciones realizadas por la aproximación (aproximación 3) jerárquicamente superior.

6.5.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes del método de colecta de información de datos de actividad se incorporaron tres tipos de chequeos por parte del equipo técnico del país tal como se explica en la sección 6.6.5. Así como los métodos de Control y Garantía de calidad del Inventario Forestal Nacional.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

6.5.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría Tierras de Cultivo presentan una diferencia significativa con lo reportado en el BUR 1, particularmente para el año 2015 (2.302.586%), el cual estimó 0,07 kt CO₂ eq, en comparación con las 1.611,81 kt CO₂ eq estimadas en el presente inventario de GEI (Tabla 6-16). Como ya se indicó, los métodos usados no son comparables. El país pasó de una aproximación 1 y de información estadística, para garantizar la Representación de Tierras, a una aproximación 3 y con información espacialmente explícita. Adicionalmente se generó una serie consistente desde el año 2000, a diferencia del método usado en el BUR 1, la cual no contaba con información para todos los años de la serie.

Tabla 6-16: Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Tierras de Cultivo

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	0,07							
INGEI actual	1.611,88	166,43	425,96	740,17	1.446,25	2.303,64	1.911,07	2.820,88
Diferencia	1.611,81							
Diferencia %	2302582%							

Fuente: Elaboración Propia

6.5.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Frente a potenciales del sector de Tierras de cultivo se establecen las siguientes:

Anidado u homologado a la implementación de nuevos ciclos del Inventario Nacional Forestal, determinar tasas de crecimiento y contenidos de carbono en biomasa, suelos y materia orgánica de los cultivos identificados, particularmente de la caña de azúcar.

Incluir en las fuentes de información que reportan superficies quemadas las tierras de cultivo, si esto sucede en el país. Si bien es cierto las emisiones de CO₂ pueden considerarse biogénicas, las emisiones de CH₄ y N₂O deben estimarse.

6.6. Pastizales (CRT 4.C)

6.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Pastizales. Las emisiones y absorciones de GEI se informan en dos grandes subcategorías.

La primera asociada a Pastizales que permanecen, en pequeños incrementos en los contenidos de carbono que se dan en este uso de la tierra.

La segunda gran subcategoría de reporte cuantifica los cambios en las existencias de carbono que se dan en los tres depósitos, debido a conversiones de superficies que inicialmente pertenecían a un uso distinto de la tierra y pasaron a ser Pastizales. En esta subcategoría estimaron los cambios de los contenidos de carbono en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Pastizales.

La categoría de Pastizales es definida por República Dominicana como al espacio cubierto por vegetación herbácea, arbórea y arbustiva, así como áreas destinadas a la ganadería. Se subdividen según el tipo biológico predominante y las especies que dominan. Para esta categoría se distinguen dos clases vegetales, Matorrales y Pastos (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

La subcategoría Tierras Forestales convertida en Pastizales es la única que presenta un balance neto positivo en este sector, es decir sus emisiones son mayores a sus absorciones. Las demás subcategorías, incluyendo Pastizales que permanecen reportan absorciones ([Tabla 6-17](#)).

Tabla 6-17:

Balance de GEI subcategoría Pastizales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

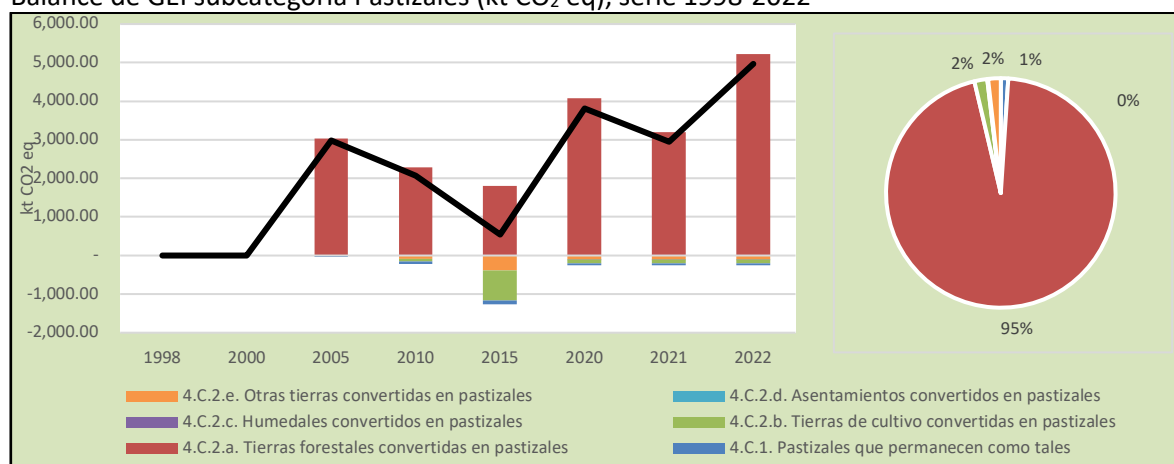
Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	-	-	-39,29	-70,68	-92,23	-57,20	-57,20	-57,20
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	-	-	3.031,07	2.293,56	1.802,09	4.076,74	3.205,15	5.228,42
4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	-	-	-1,69	-67,46	-776,10	-99,57	-99,57	-99,57
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	-	-	-	-	-	-6,33	-6,33	-6,33
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	-	-	-	-80,19	-393,34	-97,41	-97,41	-97,41
Total	-	-	2.990,09	2.075,24	540,42	3.816,22	2.944,64	4.967,91

Fuente: Elaboración Propia

Las emisiones de Tierras Forestales convertidas en Pastizales representan los mayores volúmenes de emisiones netas, por lo cual el balance neto de la subcategoría pastizales es positivo, es decir hay mayores emisiones que absorciones. En 2022, Tierras Forestales convertidas en Pastizales representa el 95% de las emisiones del sector. Adicionalmente se observa una tendencia al aumento de las emisiones reportadas en esta categoría, al ser comparado con el año 2005, esta categoría ha aumentado en 2022 un 66% de emisiones de GEI ([Figura 6-5](#))

Figura 6-5:

Balance de GEI subcategoría Pastizales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Fuente Propia

Los Pastizales han permanecido relativamente estables en términos de superficie a lo largo de la serie temporal, aunque se registran algunas conversiones, tanto de bosques como de cultivos, que han impactado negativamente en el balance de carbono. La transición de áreas con alta biomasa a pastizales conduce a una reducción en el stock de carbono, generando emisiones netas. Esta dinámica resalta la sensibilidad de los pastizales a los cambios de uso, los cuales tienen repercusiones importantes en el balance nacional de GEI.

6.6.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas de sus subcategorías.

La información de nivel 2 corresponde principalmente a factores utilizados en el método de pérdidas y ganancias determinados con contenidos materia seca de las coberturas iniciales de Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Frente al uso de ecuaciones, para la estimación de emisiones y absorciones se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 reportadas en la sección 6.6.2.

6.6.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las superficies de cambio y de permanencia usadas en la estimación de esta categoría se explican en la sección 6.3.3, 6.4 y 6.5, debido a que se generan a partir de un método integral y consistente de análisis de uso de la tierra para la serie temporal 2000-2018. Para los años 1998 y 1999, se mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000.

En la Tabla 6-18 muestra los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Pastizales.

Tabla 6-18:

Datos de actividad (ha) de la subcategoría Pastizales, serie 1998-2022

Año	Pastizales que Permanecen (ha)	Tierras forestales convertidas a pastizales (ha)	Tierras agrícolas convertidas a pastizales (ha)	Humedales convertidos a pastizales (ha)	Asentamientos convertidos a pastizales (ha)	Otras tierras convertidas a pastizales (ha)	Tierras convertidas en Pastizales acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en Pastizales (ha)
1998	1.899.805	-	-	-	-	-	-	-
1999	1.899.805	-	-	-	-	-	-	-
2000	1.899.805	-	-	-	-	-	-	-
2001	1.899.179	-	621	-	-	-	-	621
2002	1.894.796	3.724	-	-	-	-	621	4.345
2003	1.885.419	7.448	621	-	-	-	4.345	12.414
2004	1.861.031	6.207	-	-	-	-	12.414	18.620
2005	1.850.435	14.896	-	-	-	-	18.620	33.517
2006	1.804.977	-	32.275	-	-	4.965	33.517	70.758
2007	1.791.932	2.483	-	-	-	-	70.758	73.240
2008	1.781.325	6.207	621	-	-	-	73.240	80.068
2009	1.766.329	7.448	1.241	-	-	621	80.068	89.378
2010	1.749.488	11.172	621	-	-	-	89.378	101.171
2011	1.713.296	4.345	1.241	-	-	-	101.171	106.757
2012	1.688.331	8.690	2.483	-	-	-	106.757	117.929
2013	1.655.269	6.207	1.241	-	-	-	117.929	125.378
2014	1.623.493	17.379	1.862	-	-	-	125.378	144.619
2015	1.545.655	7.448	33.517	-	1.241	8.069	144.619	194.894
2016	1.520.163	10.552	8.690	-	-	621	194.894	214.756
2017	1.511.418	13.034	621	621	-	-	214.756	229.031
2018	1.489.634	10.552	24.207	621	621	8.690	229.031	273.720
2019	1.423.221	14.276	-	-	-	-	273.720	287.996
2020	1.409.566	22.345	-	-	-	-	287.996	310.340
2021	1.399.014	16.758	-	-	-	-	310.340	327.099
2022	1.384.739	24.207	-	-	-	-	327.099	351.305

Fuente: Elaboración Propia

6.6.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En las tablas 6-8 y 6-10 reportadas en la sección 6.6.2.2, se pueden observar los factores utilizados para la estimación de emisiones absorciones de la categoría Pastizales. Como se mencionó, los factores asociados a coberturas de Tierras Forestales como el crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono, más los contenidos de carbono de la materia orgánica muerta corresponde a un nivel metodológico 2.

6.6.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.6.4. Incertidumbre específica de la categoría

La categoría presentó una incertidumbre agregada para el año 2022 de 23,6%. Al igual que las otras categorías las mayores incertidumbres agregadas por fuente están relacionadas con los cambios en los contenidos de carbono asociados al Carbono Orgánico del Suelo y la materia orgánica muerta (Tabla 6-19).

Tabla 6-19:

Incertidumbre combinada de la subcategoría Pastizales

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+-) %	(+-) %	(+-) %
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Pastizales que permanecen como Pastizales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	13%	15%
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Tierras Forestales convertidos en Pastizales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	10%	12%
	Tierras Forestales convertidos en Pastizales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	6%	10%	12%
	Tierras Forestales convertidos en Pastizales (DOM)	CO ₂	6%	45%	45%
	Tierras Forestales convertidos en Pastizales (SOC)	CO ₂	6%	197%	197%
4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	Cultivos convertidos en Pastizales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	6%	19%	20%
	Cultivos convertidos en Pastizales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Pastizales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Pastizales (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Humedales convertidos en Pastizales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Humedales convertidos en Pastizales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Humedales convertidos en Pastizales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Humedales convertidos en Pastizales (SOC)	CO ₂	6%	183%	183%
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Otras Tierras convertidos en Pastizales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Pastizales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Pastizales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Otras Tierras convertidos en Pastizales (SOC)	CO ₂	6%	88%	88%

NO: No ocurrieron emisiones ni absorciones por lo tanto no se reporta incertidumbre para el año 2022

Fuente: elaboración propia

6.6.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Se observa la consistencia de la serie temporal de la categoría en la Figura 6-5, lo anterior debido a los métodos ya descritos en la sección 6.5.

6.6.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes del método de colecta de información de datos de actividad se incorporaron tres tipos de chequeos por parte del equipo técnico del país tal como se explica en la sección 6.6.5. Así como los métodos de Control y Garantía de calidad del Inventario Forestal Nacional.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

6.6.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría Pastizales no fue estimada en el BUR 1 (Tabla 6-20), siendo esto último un avance en la completitud del Inventario de GEI de República Dominicana.

Tabla 6-20:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Pastizales

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	NE							
INGEI actual	540,42	962,02	2.016,98	949,90	2.622,71	3.816,22	2.944,64	4.967,91
Diferencia	NA							
Diferencia %	NA							

Fuente: Elaboración Propia

6.6.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Frente a potenciales del sector de Pastizales se establecen las siguientes:

- Anidado u homologado a la implementación de nuevos ciclos del Inventario Nacional Forestal, determinar tasas de crecimiento y contenidos de carbono en biomasa, suelos y materia orgánica de las categorías de Pastizales, particularmente la vegetación de matorrales.
- Incluir en las fuentes de información que reportan superficies quemadas Pastizales, si esto sucede en el país. Si bien es cierto las emisiones de CO₂ pueden considerarse biogénicas, las emisiones de CH₄ y N₂O deben estimarse.

6.7. Humedales (CRT 4.D)

6.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Humedales. Las emisiones y absorciones de GEI se informan solo para las subcategorías asociadas a tierras convertidas en humedales.

En esta subcategoría se reportaron cambios de los contenidos de carbono en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, Asentamientos y Otras Tierras) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Humedales.

La categoría de Humedales es definida por República Dominicana como cuerpos de agua interiores, tanto naturales como artificiales, tales como lagos, lagunas y embalses, así como espejos de agua con vegetación herbácea y gramíneas en áreas inundadas (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

La subcategoría Pastizales convertidos en Humedales es la que presenta mayores emisiones de la categoría ([Tabla 6-21](#)), siendo el valor más alto el observado en 2015, el cual presentó emisiones de 295,72 kt CO₂ eq para dicha subcategoría, correspondiendo al valor más alto de la serie para la categoría de Humedales el cual fue de 321,38 kt CO₂ eq.

Tabla 6-21:

Balance de GEI subcategoría Humedales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	-	-	-	19,28	19,28	-	-	-
4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	-	-	6,44	-	6,39	-	-	-
4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	-	-	12,77	6,33	295,72	-	-	-
4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	19,21	25,61	321,38	-	-	-

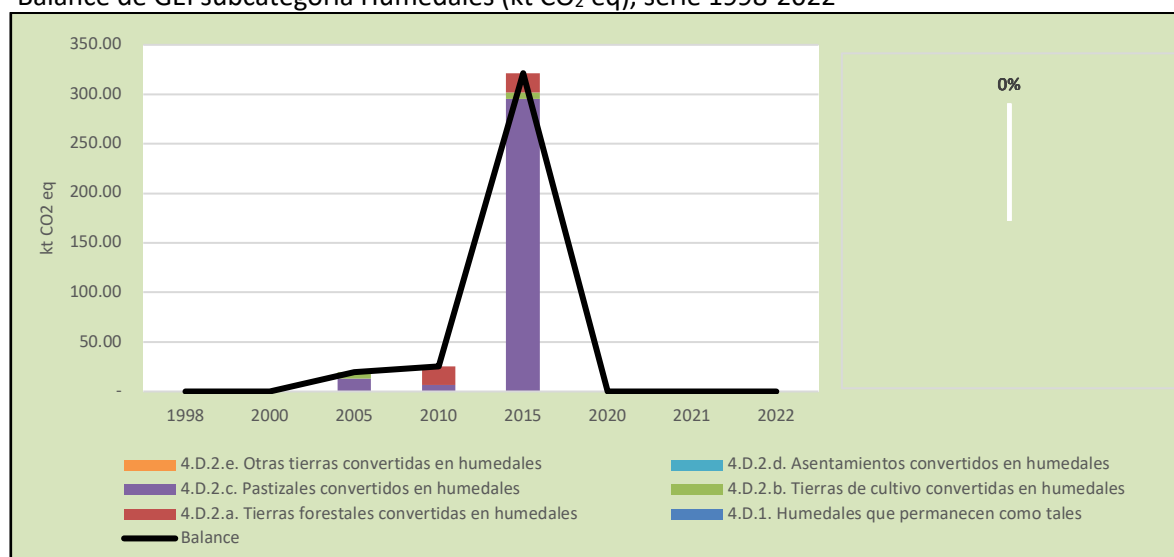
Fuente: Elaboración Propia

La categoría de Humedales representa una fracción menor de la superficie nacional y muestra un comportamiento estable a lo largo del período analizado. Las variaciones observadas en años como 2005 y 2010 no se asocian únicamente a cambios recientes en esta categoría, sino a la contabilización de emisiones residuales derivadas de pérdidas de carbono en suelos y materia orgánica originadas por transformaciones ocurridas en años anteriores, las cuales se liberan de manera gradual en el tiempo. Para los años 2019–2022 no se reportaron cambios asociados a la categoría ni emisiones residuales, lo que explica la ausencia de valores en dichos períodos. No obstante, su inclusión en el inventario es metodológicamente necesaria para asegurar la cobertura completa del uso del suelo y reflejar el papel de los humedales en el almacenamiento de carbono en suelos orgánicos y biomasa, así como en la regulación de procesos hidrológicos que influyen indirectamente en las emisiones y remociones, en el marco del INGEI.

Pastizales que se convierten en Humedales representa para el año 2018 el 66% de las emisiones reportadas en categoría de Humedales, seguido de las emisiones de CO₂ reportadas para conversiones de cultivos a humedales y tierras forestales convertidos en humedales, estas dos últimas con una participación del 21% y 13% respectivamente (**Figura 6-6**).

Figura 6-6:

Balance de GEI subcategoría Humedales (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

La categoría de Humedales representa una proporción pequeña de la superficie nacional, pero sus resultados muestran una notable estabilidad a lo largo del tiempo. Aunque las variaciones son mínimas, la preservación de los humedales es esencial debido a su capacidad moderada de retener carbono en el suelo y en la materia orgánica, y por su importancia en la regulación del ciclo hidrológico. La estabilidad en esta categoría contribuye a la exhaustividad del inventario, a pesar de que su impacto en el balance global de carbono es relativamente reducido.

6.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas de sus subcategorías.

La información de nivel 2 corresponde principalmente a factores utilizados en el método de pérdidas y ganancias determinados con contenidos materia seca de las coberturas iniciales de Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Es de anotar que debido a que se usan valores por defecto de factores de biomasa de 0 las emisiones estimadas están asociadas principalmente a los contenidos de carbono imputados a los depósitos de suelos y materia orgánica muerta.

Frente al uso de ecuaciones, para la estimación de emisiones y absorciones se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 reportadas en la sección 6.6.2.

6.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las superficies de cambio y de permanencia usadas en la estimación de esta categoría se explican en la sección 6.3.3, 6.4 y 6.5, debido a que se generan a partir de un método integral y consistente de análisis de uso de la tierra para la serie temporal 2000-2022. Para los años 1998 y 1999, se

mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000. Se debe aclarar que el método usado para generar los datos de actividad si estimo las superficies de humedales que permanecen, independientemente que no se estimaron emisiones y/o absorciones en esta categoría.

En la **Tabla 6-22** muestra los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Humedales.

Tabla 6-22:

Datos de actividad (ha) de la subcategoría Humedales, serie 1998-2022

Año	Humedales que Permanecen (ha)	Tierras forestales convertidas a Humedales (ha)	Tierras agrícolas convertidas a Humedales (ha)	Pastizales convertidos a Humedales (ha)	Asentamientos convertidos a Humedales (ha)	Otras tierras convertidas a Humedales (ha)	Tierras convertidas en Humedales acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en Humedales (ha)
1998	62.689	-	-	-	-	-	-	-
1999	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2000	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2001	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2002	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2003	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2004	62.689	-	-	-	-	-	-	-
2005	62.689	-	-	-	-	621	-	621
2006	63.309	-	-	-	-	621	621	1.241
2007	63.930	-	-	-	-	-	1.241	1.241
2008	63.930	1.241	-	-	-	-	1.241	2.483
2009	65.171	-	-	621	-	621	2.483	3.724
2010	66.413	-	-	-	-	-	3.724	3.724
2011	66.413	-	-	621	-	-	3.724	4.345
2012	67.034	-	-	-	-	-	4.345	4.345
2013	67.034	-	-	-	-	-	4.345	4.345
2014	67.034	-	621	-	-	-	4.345	4.965
2015	67.654	-	-	3.724	-	621	4.965	9.310
2016	70.758	-	-	-	-	-	9.310	9.310
2017	70.137	-	-	-	-	621	9.310	9.931
2018	70.137	-	-	1.241	-	-	9.931	11.172
2019	72.620	-	-	-	-	-	11.172	11.172
2020	72.620	-	-	-	-	-	11.172	11.172
2021	72.620	-	-	-	-	-	11.172	11.172
2022	72.620	-	-	-	-	-	11.172	11.172

Fuente: Elaboración Propia

6.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Cómo ya se ha mencionado, en las **tablas 6-8 y 6-10** reportadas en la sección 6.4.2, se pueden observar los factores utilizados para la estimación de emisiones absorciones de la categoría Humedales. Los factores asociados a coberturas de Tierras Forestales como el crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono, más los contenidos de carbono de la materia orgánica muerta corresponde a un nivel metodológico 2.

6.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.7.4. Incertidumbre específica de la categoría

La categoría presentó en el último año que se evidenció emisiones, una incertidumbre agregada para el año 2018 de 105,5%. Al igual que las otras categorías las mayores incertidumbres agregadas por fuente están relacionadas con los cambios en los contenidos de carbono asociados al Carbono Orgánico del Suelo y la materia orgánica muerta. En el año 2022 no ocurrieron emisiones en esta categoría por lo cual no se reporta incertidumbre (Tabla 6-23).

Tabla 6-23:

Incertidumbre combinada de la subcategoría Humedales

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+-) %	(+-) %	(+-) %
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	Humedales que permanecen como Humedales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NE	NE	NE
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	Tierras Forestales convertidos en Humedales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Humedales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Humedales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Humedales (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO
4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	Cultivos convertidos en Humedales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Humedales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Humedales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Humedales (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO
4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	Pastizales convertidos en Humedales (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Humedales (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Humedales (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Humedales (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO

NE: No se estimó esta categoría para el año 2022

NO: No ocurrieron emisiones ni absorciones por lo tanto no se reporta incertidumbre para el año 2022

Fuente: elaboración propia

6.7.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Se observa la consistencia de la serie temporal de la categoría en la Figura 6-6, lo anterior debido a los métodos ya descritos en la sección 6.5.

6.7.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes del método de colecta de información de datos de actividad se incorporaron tres tipos de chequeos por parte del equipo técnico del país tal como se explica en la sección 6.6.5. Así como los métodos de Control y Garantía de calidad del Inventario Forestal Nacional.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

6.7.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría Humedales presentan una diferencia significativa con lo reportado en el BUR 1, particularmente para el año 2015 (62%), el cual estimó 847,89 kt CO₂ eq, en comparación con las 321,38 kt CO₂ eq estimadas en el presente inventario de GEI (Tabla 6-24). Como ya se indicó, los métodos usados no son comparables. El país pasó de una aproximación 1 y de información estadística, para garantizar la Representación de Tierras, a una aproximación 3 y con información espacialmente explícita. Adicionalmente se generó una serie consistente desde el año 2000, a diferencia del método usado en el BUR 1, la cual no contaba con información para todos los años de la serie.

Tabla 6-24:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Humedales

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	847,89							
INGEI actual	321,38	82,00	75,61	152,58	-	-	-	-
Diferencia	-526,51							
Diferencia %	-62%							

Fuente: Elaboración Propia

6.7.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Frente a potenciales del sector de Humedales se establecen las siguientes:

- Anidado u homologado a la implementación de nuevos ciclos del Inventario Nacional Forestal, determinar contenidos de carbono en biomasa, suelos y materia orgánica de las categorías de humedales, principalmente aquellos correspondientes a ecosistemas naturales.
- Incluir en las fuentes de información que reportan superficies quemadas y extracción de turba, si esto sucede en el país. Si bien es cierto las emisiones de CO₂ pueden considerarse biogénicas, las emisiones de CH₄ y N₂O deben estimarse.
- Se recomienda incluir las emisiones por difusión de tierras convertidas permanentemente en inundables siguiendo lo establecido en los apéndices 2 y 3 del volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006.

6.8. Asentamientos (CRT 4.E)

6.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Asentamientos. Las emisiones y absorciones de GEI se informan solo para las subcategorías asociadas a tierras convertidas en Asentamientos.

En esta subcategoría se reportaron cambios de los contenidos de carbono en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales y Otras Tierras) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Asentamientos.

La categoría de Asentamientos es definida por República Dominicana como áreas suburbanas, ciudades, villas, poblados, complejos turísticos y zonas industriales. Son espacios habitados con construcciones de importancia. Además, abarca viviendas dispersas en entornos rurales y cualquier otra zona habitada (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

La subcategoría Pastizales convertidos en Asentamientos es la que presenta mayores emisiones de la categoría para toda la serie temporal analizada ([Tabla 6-25](#)), siendo el valor más alto el observado en 2015, el cual presentó emisiones de 915,93 kt CO₂ eq para dicha subcategoría; sin embargo, el año con mayor valor fue el 2019 con 1121,2 kt CO₂ eq.

Tabla 6-25:

Balance de GEI subcategoría Asentamientos (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

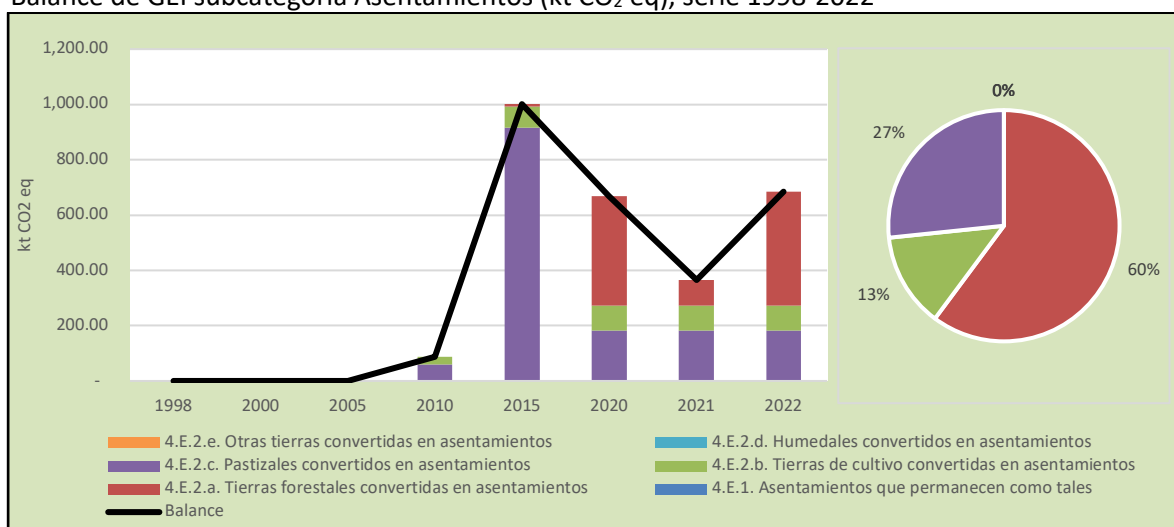
Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	-	-	-	-	7,82	396,47	93,02	411,97
4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	-	-	-	25,77	77,31	90,20	90,20	90,20
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	-	-	-	60,75	915,93	182,47	182,47	182,47
4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	86,52	265,08	669,14	365,69	684,64

Fuente: Elaboración Propia

Tierras forestales que se convierten en Asentamientos representa para el año 2022 el 60% de las emisiones reportadas en la categoría, seguido de las emisiones de CO₂ reportadas para pastizales y cultivos convertidos en asentamientos, estas dos últimas con una participación del 27% y 13% respectivamente ([Figura 6-7](#)).

Figura 6. 1

Balance de GEI subcategoría Asentamientos (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los Asentamientos evidencia una tendencia creciente, reflejando la expansión urbana continua en el país. A medida que las áreas urbanas se expanden, se elimina la vegetación y se reduce la capacidad de absorción de carbono, lo que incrementa la emisión neta de GEI. Este crecimiento urbano, aunque en proporción menor en comparación con otras categorías, tiene un impacto significativo en el balance de carbono, evidenciando la necesidad de integrar estrategias urbanas sostenibles que consideren la incorporación de sumideros urbanos.

Aunque esta categoría representa una proporción reducida de la superficie nacional, presenta variaciones detectables en el balance de carbono. Estas variaciones responden, por un lado, a la continuidad de emisiones residuales asociadas a pérdidas de carbono en biomasa y suelos derivadas de cambios de uso del suelo ocurridos en años anteriores y, por otro, a cambios efectivos de categoría registrados en años específicos. En particular, los incrementos observados en 2020 y 2022 se explican por la conversión de tierras forestales a asentamientos, mientras que en años sin nuevas conversiones relevantes los valores reflejan principalmente la liberación progresiva de carbono remanente. En este contexto, estrategias como la arboricultura urbana y la incorporación de áreas verdes funcionales resultan relevantes para mitigar el impacto climático del crecimiento urbano, aún dentro de una categoría de extensión limitada.

6.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas de sus subcategorías.

La información de nivel 2 corresponde principalmente a factores utilizados en el método de pérdidas y ganancias determinados con contenidos materia seca de las coberturas iniciales de Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Es de anotar que debido a que se usan valores por defecto de factores de biomasa de 0 para la categoría asentamientos.

Frente al uso de ecuaciones, para la estimación de emisiones y absorciones se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 reportadas en la sección 6.6.2.

6.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las superficies de cambio y de permanencia usadas en la estimación de esta categoría se explican en la sección 6.3.3, 6.4 y 6.5, debido a que se generan a partir de un método integral y consistente de análisis de uso de la tierra para la serie temporal 2000-2018. Para los años 1998 y 1999, se mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000. Se debe aclarar que el método usado para generar los datos de actividad si estimo las superficies de asentamientos que permanecen, independientemente que no se estimaron emisiones y/o absorciones en esta categoría.

En la **Tabla 6-26** muestra los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Asentamientos.

Tabla 6-26:

Datos de actividad (ha) de la subcategoría Asentamientos, serie 1998-2022

Año	Asentamientos que Permanecen (ha)	Tierras forestales convertidas a Asentamientos (ha)	Tierras agrícolas convertidas a Asentamientos (ha)	Pastizales convertidos a Asentamientos (ha)	Humedales convertidos a Asentamientos (ha)	Otras tierras convertidas a Asentamientos (ha)	Tierras convertidas en Asentamientos acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en Asentamientos (ha)
1998	81.930	-	-	-	-	-	-	-
1999	81.930	-	-	-	-	-	-	-
2000	81.930	-	-	-	-	-	-	-
2001	81.930	-	-	-	-	-	-	-
2002	81.930	-	-	-	-	-	-	-
2003	81.930	-	-	-	-	-	-	-
2004	81.930	-	621	1.241	-	-	-	1.862
2005	83.792	-	-	-	-	-	1.862	1.862
2006	83.792	-	1.862	2.483	-	621	1.862	6.827
2007	88.757	-	-	-	-	-	6.827	6.827
2008	88.757	-	-	-	-	-	6.827	6.827
2009	88.757	-	-	1.862	-	-	6.827	8.690
2010	90.619	-	-	-	-	-	8.690	8.690
2011	90.619	-	-	-	-	-	8.690	8.690
2012	90.619	-	-	-	-	-	8.690	8.690
2013	90.619	-	621	-	-	-	8.690	9.310
2014	91.240	621	621	621	-	-	9.310	11.172
2015	91.861	-	3.724	9.931	-	1.241	11.172	26.069
2016	106.757	-	621	621	-	-	26.069	27.310
2017	107.998	621	-	621	-	-	27.310	28.551
2018	108.619	621	621	4.345	-	621	28.551	34.758
2019	112.964	3.725	-	-	-	-	34.758	38.483
2020	112.343	1.241	-	-	-	-	38.483	39.724
2021	112.343	-	-	-	-	-	39.724	39.724
2022	111.723	1.241	-	-	-	-	39.724	40.966

Fuente: Elaboración Propia

6.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Cómo ya se ha mencionado, en las **tablas 6-8** y **6-10** reportadas en la sección 6.6.2.2, se pueden observar los factores utilizados para la estimación de emisiones absorciones de la categoría

Asentamientos. Los factores asociados a coberturas de Tierras Forestales como el crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono, más los contenidos de carbono de la materia orgánica muerta corresponde a un nivel metodológico 2.

6.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.8.4. Incertidumbre específica de la categoría

La categoría presentó una incertidumbre agregada para el año 2022 de 28,8%. Las mayores incertidumbres agregadas por fuente están relacionadas con los cambios en los contenidos de carbono asociados al Carbono Orgánico del Suelo y la materia orgánica muerta (**Tabla 6-27**).

Tabla 6-27:

Incertidumbre combinada de la subcategoría Asentamientos

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+-) %	(+-) %	(+-) %
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Tierras Forestales convertidos en Asentamientos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NE	NE	NE
	Tierras Forestales convertidos en Asentamientos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	6%	8%	10%
	Tierras Forestales convertidos en Asentamientos (DOM)	CO ₂	6%	54%	55%
	Tierras Forestales convertidos en Asentamientos (SOC)	CO ₂	6%	104%	104%
4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	Cultivos convertidos en Asentamientos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Asentamientos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Asentamientos (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Asentamientos (SOC)	CO ₂	6%	98%	98%
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Pastizales convertidos en Asentamientos (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Asentamientos (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	6%	13%	15%
	Pastizales convertidos en Asentamientos (DOM)	CO ₂	6%	250%	250%
	Pastizales convertidos en Asentamientos (SOC)	CO ₂	6%	72%	72%

NE: No se estimó esta categoría para el año 2022

NO: No ocurrieron emisiones ni absorciones por lo tanto no se reporta incertidumbre para el año 2022

Fuente: Elaboración Propia

6.8.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Se observa la consistencia de la serie temporal de la categoría en la **Figura 6-7**, lo anterior debido a los métodos ya descritos en la sección 6.3.

6.8.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes del método de colecta de información de datos de actividad se incorporaron tres tipos de chequeos por parte del equipo técnico del país tal como se explica en la sección 6.4.5. Así como los métodos de Control y Garantía de calidad del Inventario Forestal Nacional.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

6.8.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría Asentamientos no fue estimada en el BUR 1 (Tabla 6-28), siendo esto último un avance en la completitud del Inventario de GEI de República Dominicana.

Tabla 6-28:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Asentamientos

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	NE							
INGEI actual	1.001,07	265,08	432,36	734,06	1.121,25	669,14	365,69	684,64
Diferencia	NA							
Diferencia %	NA							

Fuente: Elaboración Propia

6.8.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Frente a potenciales del sector de Asentamientos se establecen las siguientes:

Se recomienda explorar la posibilidad de incluir en el inventario las emisiones y absorciones de GEI descritas en el capítulo 8, volumen 4 de las Directrices del IPCC 2006, relacionados con Asentamientos que permanecen.

6.9. Otras tierras (CRT 4.F)

6.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta sección se reporta las emisiones y absorciones de GEI asociadas a los cambios en los contenidos de carbono en tres depósitos biomasa, aérea y subterránea; suelo y Materia Orgánica Muerta que suceden en Otras Tierras. Las emisiones y absorciones de GEI se informan solo para las subcategorías asociadas a tierras convertidas en Otras Tierras.

En esta subcategoría se reportaron cambios de los contenidos de carbono en 5 subcategorías, las cuales se diferencian entre sí por el uso inicial de la tierra (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales y Asentamientos) que tenían dichas superficies antes de convertirse en Otras Tierras.

La categoría de Otras Tierras es definida por República Dominicana como suelos desprovistos de vegetación, áreas propensas a deslizamientos, zonas mineras, terrenos degradados, dunas y lechos de ríos (ver definiciones en [Tabla 6-4](#)).

Las subcategorías de Tierras Forestales y Pastizales convertidos en Otras Tierras son las que presentan mayores emisiones ([Tabla 6-29](#)), siendo el valor más alto el observado en 2015 para toda la categoría de Otras Tierras fue de 1515,55 kt CO₂ eq.

Tabla 6. 2

Balance de GEI subcategoría Otras Tierras (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

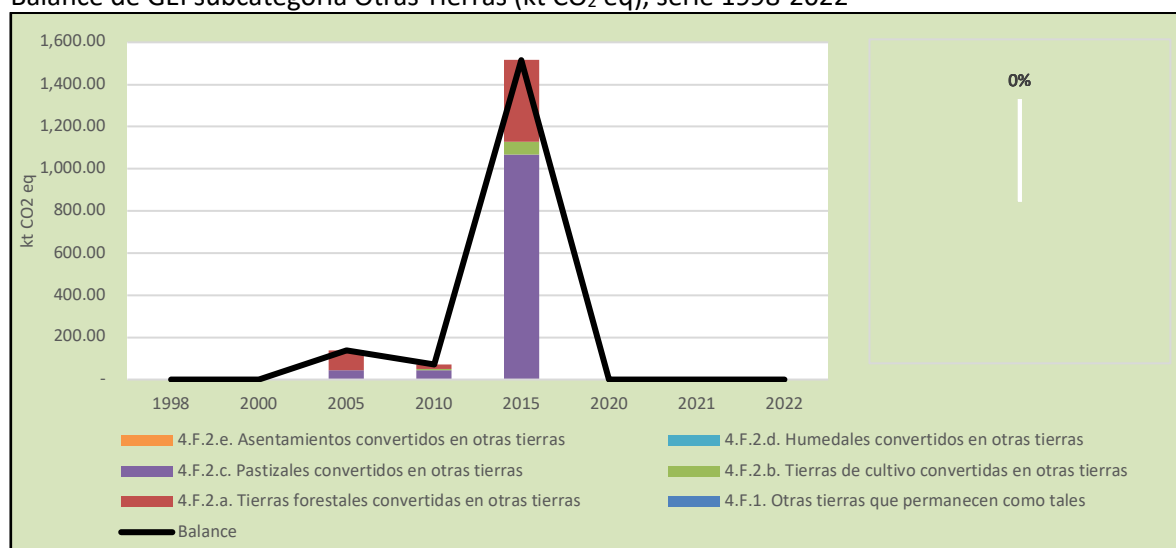
Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	-	-	93,61	19,28	386,46	-	-	-
4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	-	-	-	6,39	61,79	-	-	-
4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	-	-	44,73	44,44	1.067,30	-	-	-
4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	138,33	70,10	1.515,55	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Pastizales que se convierten en Otras Tierras representa para el año 2018 el 55% de las emisiones reportadas en la categoría, seguido de las emisiones de CO₂ reportadas para tierras forestales y cultivos convertidos en Otras Tierras, estas dos últimas con una participación del 35% y 10% respectivamente; no obstante, para los años 2019-2022 no se reportaron datos para esta categoría ([Figura 6-8](#)).

Figura 6-8:

Balance de GEI subcategoría Otras Tierras (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

6.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En esta categoría se empleó una combinación de los métodos Nivel 1 y 2, junto con factores de emisión tanto nacionales como predeterminados para estimar las emisiones asociadas de sus subcategorías.

La información de nivel 2 corresponde principalmente a factores utilizados en el método de pérdidas y ganancias determinados con contenidos materia seca de las coberturas iniciales de Tierras Forestales. Los demás factores se adoptaron de los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Es de anotar que debido a que se usan valores por defecto de factores de biomasa de 0 para la categoría de otras tierras, y por disposiciones de las directrices del IPCC 2006, Otras Tierras que permanecen no se estiman.

Frente al uso de ecuaciones, para la estimación de emisiones y absorciones se utilizaron las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 reportadas en la sección 6.4.2.

6.9.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las superficies de cambio y de permanencia usadas en la estimación de esta categoría se explican en la sección 6.3 y 6.4.2, debido a que se generan a partir de un método integral y consistente de análisis de uso de la tierra para la serie temporal 2000-2022. Para los años 1998 y 1999, se mantuvo constante las superficies de la tierra identificadas en el año 2000. Se debe aclarar que el método usado para generar los datos de actividad si estimó las superficies de otras tierras que permanecen, independientemente que no se estimen emisiones y/o absorciones en esta categoría.

En la **Tabla 6-30** muestra los datos de actividad usados en las estimaciones de la categoría Otras Tierras.

Tabla 6-30:

Datos de actividad (ha) de la subcategoría Otras Tierras, serie 1998-2022

Año	Otras Tierras que Permanecen (ha)	Tierras forestales convertidas a Otras Tierras (ha)	Tierras agrícolas convertidas a Otras Tierras (ha)	Pastizales convertidos a Otras Tierras (ha)	Humedales convertidos a Otras Tierras (ha)	Asentamientos convertidos a Otras Tierras (ha)	Tierras convertidas en Otras Tierras acumuladas de años anteriores (ha)	Total, Tierras convertidas en Otras Tierras (ha)
1998	42.827	-	-	-	-	-	-	-
1999	42.827	-	-	-	-	-	-	-
2000	42.827	-	-	-	-	-	-	-
2001	42.827	-	-	-	-	-	-	-
2002	42.827	-	-	-	-	-	-	-
2003	42.827	-	-	-	-	-	-	-
2004	42.206	-	-	-	-	-	-	-
2005	41.586	621	-	621	-	-	-	1.241
2006	34.758	-	621	3.724	-	-	1.241	5.586
2007	39.103	-	-	-	-	-	5.586	5.586
2008	39.103	621	-	-	-	-	5.586	6.207
2009	38.482	-	-	-	-	-	6.207	6.207
2010	38.482	-	-	-	-	-	6.207	6.207
2011	38.482	621	-	-	-	-	6.207	6.827
2012	37.862	621	-	-	-	-	6.827	7.448
2013	38.482	621	-	-	-	-	7.448	8.069
2014	39.103	-	-	-	-	-	8.069	8.069
2015	28.551	1.241	3.724	13.034	-	-	8.069	26.069
2016	45.930	-	-	-	-	-	26.069	26.069
2017	44.689	1.241	-	-	-	-	26.069	27.310
2018	32.275	1.241	6.207	13.655	-	-	27.310	48.413
2019	53.379	-	-	-	-	-	48.413	48.413
2020	53.379	-	-	-	-	-	48.413	48.413
2021	53.379	-	-	-	-	-	48.413	48.413
2022	53.379	-	-	-	-	-	48.413	48.413

Fuente: Elaboración Propia

6.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Cómo ya se ha mencionado, en las **Tablas 6-8 y 6-10** reportadas en la sección 6.4.2, se pueden observar los factores utilizados para la estimación de emisiones absorciones de la categoría Otras Tierras. Los factores asociados a coberturas de Tierras Forestales como el crecimiento de biomasa, biomasa total y tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono, más los contenidos de carbono de la materia orgánica muerta corresponde a un nivel metodológico 2.

6.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.9.4. Incertidumbre específica de la categoría

La categoría presentó una incertidumbre agregada para el año 2018 de 32,3%; sin embargo, para el año 2022 no se contempla incertidumbre debido a que no se reportaron emisiones de GEI en esta categoría (**Tabla 6-31**).

Tabla 6-31: Incertidumbre combinada de la subcategoría Otras Tierras

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+-) %	(+-) %	(+-) %
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Tierras Forestales convertidos en Otras Tierras (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Otras Tierras (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Otras Tierras (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Tierras Forestales convertidos en Otras Tierras (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO
4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	Cultivos convertidos en Otras Tierras (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Otras Tierras (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Otras Tierras (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Cultivos convertidos en Otras Tierras (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO
4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Pastizales convertidos en Otras Tierras (Gw_eq_2.9)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Otras Tierras (After_Before_eq_2.16)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Otras Tierras (DOM)	CO ₂	NO	NO	NO
	Pastizales convertidos en Otras Tierras (SOC)	CO ₂	NO	NO	NO

NO: No ocurrieron emisiones ni absorciones por lo tanto no se reporta incertidumbre para el año 2022

Fuente: Elaboración Propia

6.9.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Se observa la consistencia de la serie temporal de la categoría en la **Figura 6-8**, lo anterior debido a los métodos ya descritos en la sección 6.3.

6.9.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para disminuir los errores en la interpretación o medición de imágenes del método de colecta de información de datos de actividad se incorporaron tres tipos de chequeos por parte del equipo técnico del país tal como se explica en la sección 6.4.5. Así como los métodos de Control y Garantía de calidad del Inventario Forestal Nacional.

Adicionalmente diferentes equipos técnicos han realizado diversos tipos de control de calidad para la generación de este inventario de GEI como se explicó en la sección mencionada.

6.9.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría Otras Tierras no fue estimada en el BUR 1 (**Tabla 6-32**), siendo esto último un avance en la completitud del Inventario de GEI de República Dominicana.

Tabla 6-32:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Otras Tierras

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	NE							
INGEI actual	1.515,55	281,93	593,13	1.238,89	-	-	-	-
Diferencia	NA							
Diferencia %	NA							

Fuente: Elaboración Propia

6.9.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

No se sugiere alguna actividad de mejora para esta categoría.

6.10. Productos de madera recolectada (CRT 4.G)

6.10.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La madera que se obtiene de los bosques se convierte en una extensa variedad de productos de madera, el contenido de carbono dentro de estos se mueve a través de diferentes niveles durante su ciclo de vida.

Al final del ciclo, el carbono almacenado en la madera, que inicialmente se capturó, finalmente se libera; aunque de una manera gradual en comparación a otros productos

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), genera Directrices y proporciona orientación sobre cómo estimar y reportar la contribución de estos productos de madera recolectada (PMR) o Harvested Wood Products (HWP) en inglés, a las emisiones y absorciones anuales de CO₂.

Con la información disponible, y el método seleccionado (ver sección 6.10.2) se estimó que esta subcategoría presenta valores positivos al inicio de la serie y negativos al final, indicando que el contenido de carbono almacenado en los productos de madera recolectado va en ascenso en República Dominicana, siendo este un incipiente reservorio de carbono (ver [Tabla 6-33](#) y [Figura 6-9](#)).

Tabla 6-33:

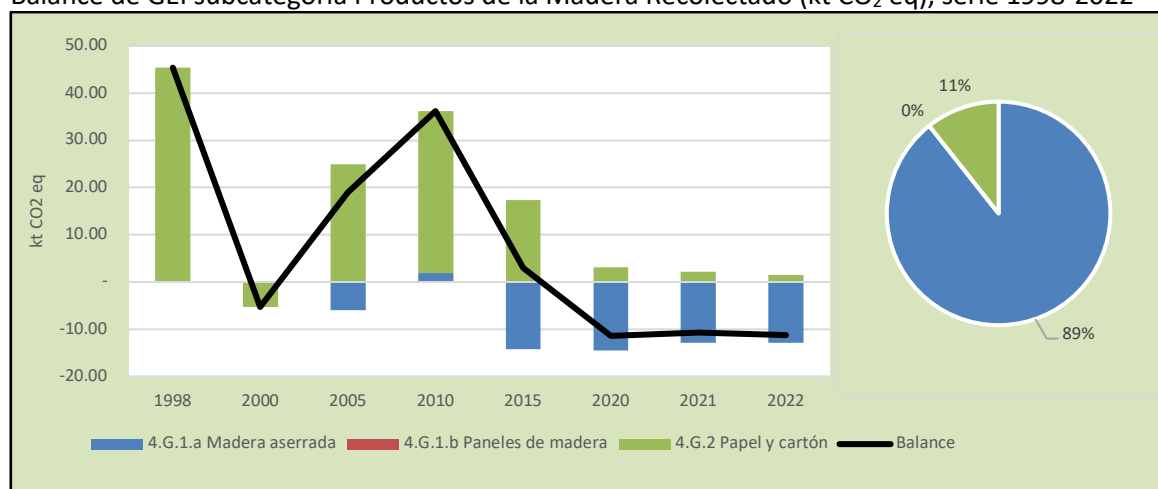
Balance de GEI subcategoría Productos de la madera recolectado (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.G.1.a Madera aserrada	-	-	-5,99	1,85	-14,30	-14,47	-12,83	-12,84
4.G.1.b Paneles de madera	-	-	-	-	-	-	-	-
4.G.2 Papel y cartón	45,38	-5,27	24,98	34,27	17,31	3,06	2,16	1,53
Total	45,38	-5,27	18,99	36,12	3,02	-11,41	-10,67	-11,31

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-9:

Balance de GEI subcategoría Productos de la Madera Recolectado (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: Elaboración Propia

6.10.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Las guías del IPCC de 2006 y el refinamiento de 2019 hacen referencia a diferentes conceptos asociados a esta categoría:

- Un "enfoque" incluye un marco conceptual para la estimación de las emisiones y absorciones de CO₂ y define el límite del sistema al que se hace referencia cuando se calculan las cantidades de carbono que entran, se retienen y se pierden del depósito de HWP, y define qué emisiones y absorciones de CO₂ se incluirán en las estimaciones.
- El término "método" se refiere al conjunto de cálculos necesarios para implementar un enfoque particular para estimar las emisiones y absorciones de CO₂ que surgen de HWP.

Existen 4 enfoques y se diferencian teniendo en cuenta el límite del sistema como país productor o como país consumidor:

	Límites del sistema			
	País consumidor		País productor	
Enfoque	Cambio de existencias	Flujo atmosférico	Producción	Descomposición simple

Los enfoques de país consumidor tienen en cuenta la madera que se consume en el país es decir la producción y las importaciones, mientras que los enfoques de país productor tienen en cuenta la madera de producción y las exportaciones.

Para realizar los cálculos inicialmente se contempla un Nivel 1 que se basa en el principio denominado método de "descomposición de primer orden", que es una función logarítmica para determinar el carbono que se va perdiendo en función a la vida útil de los productos.

En el Nivel 1 se utilizan las estadísticas que la FAO proporciona sobre las clases de productos HWP desde 1990. Este cálculo se puede realizar siempre que los datos de la actividad estén disponibles para las tres clases de productos básicos: madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón.

Para este caso se realizó el cálculo para el enfoque producción. Para el enfoque de producción se requieren datos de madera aserrada, paneles de madera y papel y cartón y de algunas materias primas como pulpa de madera, madera rolliza industrial y papel recuperado.

6.10.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de Actividad fueron obtenidos de la plataforma FAOSTAT, los cuales son reportados por el país y ajustados por la FAO ([Tabla 6-34](#) y [6-35](#)).

Tabla 6-34:

Datos de actividad (m³ y ton) de la subcategoría Productos de la Madera Recolectado, serie 1998-2022 para tres tipos de productos semiterminados.

Año	Madera aserrada (m3)			Paneles a base de madera (m3)			Papel + Cartón (ton)		
	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones
1998	-	312.800	-	-	46.700	-	130.000	136.600	-
1999	-	326.700	-	-	40.700	-	130.000	186.800	-
2000	-	289.000	-	-	43.500	-	130.000	182.000	-
2001	-	335.500	-	-	43.500	-	130.000	182.000	-
2002	-	314.100	-	-	43.500	-	130.000	182.000	-
2003	-	257.600	-	-	43.500	-	130.000	182.000	-
2004	-	259.621	200	-	31.169	201	130.000	182.274	963
2005	15.000	264.721	200	-	31.169	201	130.000	182.274	963
2006	58.000	301.100	57	-	58.490	-	130.000	207.166	1.375
2007	56.000	244.116	314	-	51.404	-	130.000	198.193	1.398
2008	39.000	328.369	411	-	77.574	-	130.000	211.900	894
2009	36.000	294.369	117	-	44.009	-	130.000	176.012	1.208
2010	12.000	272.088	1.096	-	80.751	270	130.000	226.073	6.354
2011	12.000	238.592	1.319	-	57.548	23	130.000	257.548	10.469
2012	12.000	205.779	1.423	-	63.737	281	130.000	241.707	4.828
2013	27.000	240.529	1.572	-	67.184	1.206	130.000	218.083	3.831
2014	31.000	262.370	1.380	-	53.559	541	130.000	212.927	11.253
2015	35.000	282.228	1.189	-	81.913	2.684	130.000	228.340	6.779
2016	26.000	259.895	1.410	-	69.809	1.494	130.000	259.594	9.700
2017	26.000	183.047	629	-	98.033	1.337	130.000	329.813	8.511
2018	26.000	273.771	1.875	-	124.740	1.658	130.000	285.368	2.266
2019	26.000	372.293	1.592	-	106.199	1.232	130.000	294.683	11.740
2020	26.000	286.106	663	-	80.687	624	130.000	268.500	13.390
2021	26.000	507.798	302	-	84.664	3.848	130.000	363.368	12.800
2022	26.000	444.678	71	-	143.963	1.200	130.000	484.940	18.995

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6-35:

Datos de actividad (m³ y ton) de la subcategoría Productos de la Madera Recolectado, serie 1998-2022 para materia prima.

Año	Pulpa de madera (m3)			Madera en rolliza industrial (m3)			Papel recuperado (ton)		
	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones
1998	-	150	-	6.300	14.000	-	22.000	2.800	20.868
1999	-	0	-	6.300	9.200	-	23.000	1.800	20.868
2000	-	0	-	6.300	9.200	-	23.000	1.800	20.868
2001	-	0	-	6.300	9.200	-	25.000	1.100	22.771
2002	-	0	-	6.300	9.200	-	30.000	549	26.714
2003	-	0	-	6.300	9.200	-	23.000	2.455	22.266
2004	-	594	-	6.300	12.673	-	21.000	2.345	19.735
2005	-	594	-	11.700	12.673	-	29.000	2.215	27.986
2006	-	984	-	13.700	16.672	2.134	35.000	1.571	33.122
2007	-	906	-	16.700	5.638	1.521	42.000	2.290	40.536
2008	-	926	-	9.700	5.195	608	50.000	4.117	50.135
2009	-	446	-	9.700	7.096	116	60.000	3.530	60.090
2010	-	2.851	-	9.700	10.758	14.394	53.000	12.988	62.504
2011	-	6.130	-	9.700	28.866	5.255	65.000	3.858	65.592
2012	-	13.571	-	9.700	24.149	2.174	86.000	11.000	85.856
2013	-	16.594	-	35.000	21.378	372	86.000	9.862	80.912
2014	-	15.407	-	27.000	23.242	11.817	110.000	4.547	112.018
2015	-	16.170	7	50.000	35.088	4.022	110.000	5.133	104.143
2016	-	12.868	12	51.000	21.917	1.102	110.000	6.139	98.966
2017	-	10.753	8	55.000	50.521	116	130.000	9.303	121.056
2018	-	13.317	8	75.180	9.252	762	130.000	8.000	121.056
2019	-	15.429	8	103.830	18.524	454	130.000	8.330	46.110
2020	-	8.473	8	49.000	9.869	-	130.000	6.000	44.000
2021	-	9.144	8	111.000	33.257	-	130.000	11.500	80.000
2022	-	4.171	8	107.010	29.818	412	130.000	12.000	111.193

Fuente: Elaboración Propia

6.10.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados en las estimaciones corresponden a valores por defecto suministrados por las Directrices del IPCC de 2006 y el refinamiento de 2019, los cuales se observan en la Tabla 6-36.

Tabla 6-36:

Factores de emisión aplicados en la estimación de emisiones GEI de la subcategoría Productos de la Madera Recolectada.

Categoría	Subcategoría/fuente	Vida media	Densidad (masa seca en horno sobre volumen seco al aire)	Fracción de carbono	Factor de conversión C cf (por volumen de aire seco)	Factor de conversión C cf
		[yr]	[Mg / m3]		[Mg C / m3]	[Mt C / m3]
Productos de la madera recolectado	Papel y Cartón	2	0,9		0,386	0,000000386
	Paneles a base de madera	25	0,595	0,454	0,269	0,000000269
	Madera aserrada	35	0,458	0,5	0,229	0,000000229

Fuente: Elaboración Propia

6.10.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

6.10.4. Incertidumbre específica de la categoría

Para los factores de emisión por defecto y que no tenían una información de referencia se aplicó una incertidumbre de $\pm 50\%$.

La categoría presentó una incertidumbre agregada para el año 2022 de 51% (Tabla 6-37).

Tabla 6-37:

Incertidumbre combinada de la subcategoría Productos de la Madera Recolectada

Categoría	Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(+) %	(+) %	(+) %
4.G. Productos de madera recolectada	4.G. Productos de madera recolectada	CO ₂	10%	50%	51%

Fuente: Elaboración Propia

6.10.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La consistencia de la serie está sujeta a la información de datos de actividad reportada por el país en FAOSTAT, no obstante, se observa una serie temporal estable con tendencia a aumentar las reservas de carbono (**Figura 6-9**).

6.10.6. Actividades de GCCV de la categoría

Como se mencionó se usó la información disponible en FAOSTAT, los volúmenes de emisiones/absorciones estimadas en la categoría se encuentran por debajo de los umbrales de emisiones reportadas para las pérdidas por cosecha de madera en la categoría de Tierras Forestales, razón por la cual hace que la tendencia de PMR se encuentre dentro de umbrales razonables.

6.10.7. Nuevos cálculos de la categoría

Las estimaciones de la categoría PMR no fue estimada en el BUR 1 (**Tabla 6-38**), siendo esto último un avance en la completitud del Inventario de GEI de República Dominicana.

Tabla 6-38:

Comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario BUR 1 (2015) y el inventario actualizado, para la subcategoría Productos de la Madera Recolectada.

INGEI	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
INGEI anterior	NE							
INGEI actual	3,02	-0,29	0,14	-10,20	-10,78	-11,41	-10,67	-11,31
Diferencia	NA							
Diferencia %	NA							

Fuente: Elaboración Propia

6.10.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Frente a potenciales mejoras del sector de PMR se establecen las siguientes:

Se recomienda explorar la posibilidad de incluir estimación de emisiones y absorciones de GEI de esta categoría incluyendo niveles más avanzados (nivel 2).

7. Sector Residuos (CRT 5)

7.1. Panorama general del sector

7.1.1. Descripción del sector

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, en este sector²⁰ se consideran las emisiones de GEI generadas por el manejo y disposición final de los residuos, ya sean estos sólidos o líquidos.

El sector Residuos incluye las emisiones de GEI resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica bajo degradación anaeróbica, principalmente desde sitios de disposición de residuos sólidos, manejados o no manejados; la emisión de óxido nitroso por la descomposición anaeróbica de excretas humanas; y el tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales en fase líquida y sólida (lodos). Las Directrices del IPCC de 2006 asumen que el balance del CO₂ biogénico es cero, ya que la emisión de este gas proviene de un sustrato que se sintetiza periódicamente en ciclos anuales o bien, de sustratos sintetizados a partir del consumo de otros sustratos orgánicos. El sector Residuos, según las Directrices del IPCC de 2006, comprende principalmente las emisiones de:

- La disposición de los residuos sólidos.
- El tratamiento biológico de los residuos sólidos.
- La incineración de los residuos.
- El tratamiento y descarga de las aguas residuales

Los residuos sólidos se generan en hogares, oficinas, tiendas, mercados, restaurantes, instituciones públicas, instalaciones industriales, plantas de tratamiento de aguas y alcantarillado, obras en construcción y demolición y actividades agrícolas; esta última se reportan en el capítulo relacionado con la Agricultura (IPCC, 2006).

Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse *in situ* (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectada), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües. Se entiende por aguas residuales domésticas (aguas servidas) los residuos de aguas utilizadas en los hogares, mientras que las aguas residuales industriales derivan exclusivamente de las prácticas industriales. Los sistemas de tratamiento y disposición pueden variar entre los usuarios urbanos y rurales, así como entre los usuarios urbanos de alto nivel de ingresos y los de bajo nivel de ingresos (IPCC, 2006). Comúnmente se incluyen también en esta fuente las aguas residuales comerciales que ingresan sistema colector o alcantarillado.

Dependiendo del tipo de manejo que se le den a los residuos sólidos y residuos líquidos, estos pueden generar emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) principalmente (IPCC, 2006). El principal precursor para la generación de CH₄ en el sector es la fracción de carbono en la materia orgánica susceptible a descomponerse por acción de microorganismos; estos descomponen la fracción de carbono de la materia orgánica convirtiéndola

²⁰ Aunque las *Directrices del IPCC 2006* denomina a este sector «Desechos», en este capítulo se utilizará el concepto «Residuos», haciendo referencia a los materiales o productos que son desechados (Fernando do Rosario, Concepción Toledo, Barrios Castillo, & González Suárez, 2014).

en CH₄. La generación de emisiones de N₂O se da por la mineralización del nitrógeno al transformar la materia orgánica y el contenido de nitrógeno orgánico en amonio para luego convertirse en nitrato. Esta acción es debida a la presencia de múltiples microorganismos en los sustratos.

Se debe tomar en cuenta que la formación de estos gases dependerá del tipo de tratamiento al que es sometido tanto el residuo sólido como el residuo líquido. Por esta razón, se considera que el punto de partida para realizar estas estimaciones es la recopilación de datos de actividad relativos a la generación, composición y gestión de los residuos sólidos, y al manejo que se les da a las aguas servidas y efluentes.

En República Dominicana se identifican emisiones en todas las categorías del sector. Se estiman en la presente edición emisiones por la *disposición de residuos sólidos, quema abierta de residuos sólidos*, tratamiento y descarga de *aguas domésticas y aguas industriales*.

No se estiman por falta de datos de actividad las emisiones de GEI de: *tratamiento biológico de residuos, incineración de residuos*.

7.1.2. Tendencia de los GEI del sector

El sector *Residuos* representó un 10,7 % del balance nacional en 2022 o el 11,1 % de las emisiones totales (excluyendo UTCUTS).

Para el año 2022, las emisiones reportadas en este sector fueron de 5.149,0 kt CO₂ eq. De este total, 4.463,1 kt CO₂ eq (86,7 %) se generaron por la categoría *disposición de residuos sólidos*, 39,4 kt CO₂ eq (0,8 %) por la *incineración y quema abierta de residuos*, 646,5 kt CO₂ eq (12,6 %) por el *tratamiento y descarga de aguas residuales*. No se estiman emisiones por el *tratamiento biológico de residuos sólidos* debido a falta de datos de actividad (**Tabla 7.1**).

En 1998 el sector generó 2.466,8,3 kt CO₂ eq, que comparado con las emisiones al 2022 (5.149,0 kt CO₂ eq) muestra que este sector ha crecido en 108,7 %, y un 19,4 % con respecto al 2015 (4.313,8 kt CO₂ eq). Este incremento en las emisiones está asociado al crecimiento poblacional en el país, aumento de la tasa de generación de residuos, recolección y tratamiento de efluentes.

Al observar el comportamiento de las categorías específicas, *disposición de residuos sólidos*, presentó un incremento en las emisiones entre 1998 y 2022, de 1.249,4 kt CO₂ eq a 4.463,1 kt CO₂ eq. Este incremento corresponde al 257 % para este período. La tendencia que presentan las emisiones está asociada al crecimiento poblacional y a la cantidad de residuos que tienen como destino final un sitio de disposición final. Entre el 2015 y 2018 se observa un aumento del 30,7 %. Este aumento está asociado a la cantidad de residuos sólidos que se disponen en el vertedero año con año y al crecimiento poblacional en el país (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 7. 1

Sector Residuos: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO _x (kt)
5.	Residuos	8,43	180,23	0,36					0,44	7,79	0,19	0,02
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA -	159,40						NA	NA	0,01	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados											
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados											
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados											
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE	NE					-	-	-	
5.B.1.	Compostaje		NE	NE						NE		
5.B.2.	Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás		NE	NE								
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	8,43	0,91	0,02					0,44	7,79	0,17	0,02
5.C.1.	Incineración de residuos	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	8,43	0,91	0,02					0,44	7,79	0,17	0,02
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		19,93	0,33					-	-	0,01	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		14,42	0,33							2,6E-04	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		5,51	NE							8,2E-03	
5.D.3.	Otros (Hoteles)		0	NE							NE	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia

NO: No Ocurre; NE: No estimado; NA: No Aplica

No se desagregan los resultados de la Disposición de residuos sólidos

Las emisiones de la categoría *incineración y quema abierta de residuos* estimadas para el periodo 1998-2022 presentan una disminución, pasando de 85,9 t CO₂ eq a 39,2 kt CO₂ eq, lo cual equivale a una disminución de 54,1 %.

En el presente reporte esta categoría solo comprende las emisiones de la quema abierta de residuos, ya que no fue posible recolectar información acerca de incineración. Este descenso se debe a la baja en el porcentaje de población de quema residuos, debido al incremento del porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos a nivel nacional (Tabla 7.2 y Figura 7.1).

Por último, la categoría *tratamiento y descarga de aguas residuales*, presentó una disminución de 1.131,5 kt CO₂ eq en 1998 a 646,53 kt CO₂ eq en 2022, correspondiente al 20,3 % en el período. Entre 2015 y 2022 se observó una disminución del 12,6 %. Esta variación se explica, entre otros, por el incremento en los servicios de saneamiento: colección y tratamiento de aguas residuales domésticas (Tabla 7.2 y Figura 7.1).

Tabla 7. 2

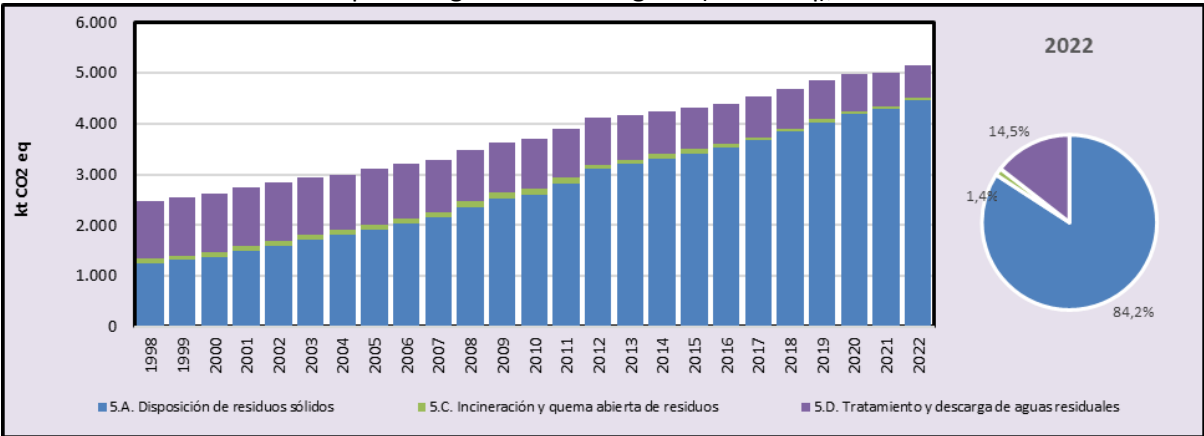
Sector Residuos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Categoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.A. Disposición de residuos sólidos	1.249,4	1.364,9	1.902,7	2.598,1	3.415,8	4.179,5	4.300,0	4.463,1
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	85,9	91,4	105,4	120,2	86,8	67,8	43,4	39,4
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	1.131,5	1.175,4	1.100,5	973,7	811,2	718,8	669,0	646,5
5.E. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	2.466,8	2.631,8	3.108,6	3.691,9	4.313,8	4.966,1	5.012,4	5.149,0

Fuente: elaboración propia

Figura 7. 1

Sector Residuos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



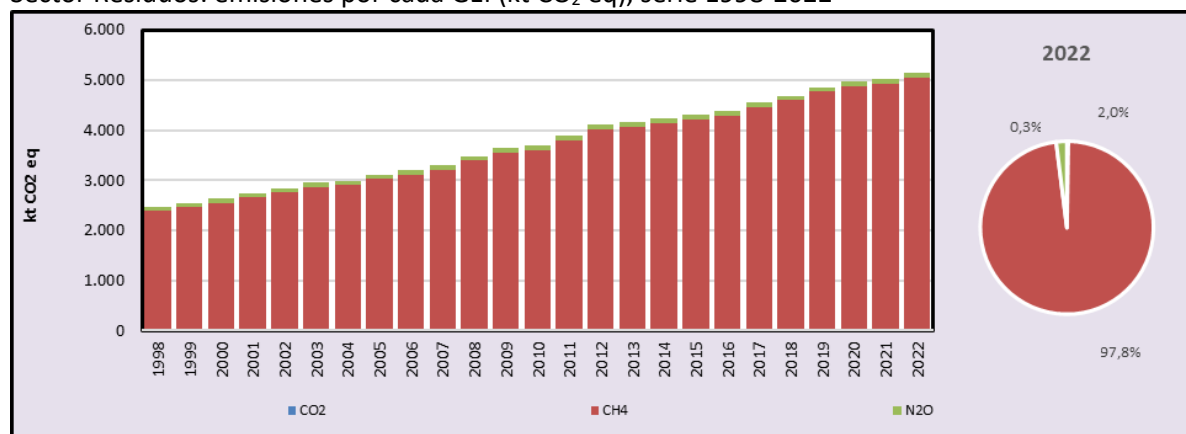
Fuente: elaboración propia

Del total de emisiones correspondientes al año 2022 (5.149,0 kt CO₂ eq), 0,2 % correspondieron al dióxido de carbono (8,4 kt CO₂), 98,0 % al metano (3.048,5 kt CO₂ eq) y un 1,8 % por el óxido nitroso (94,1 kt CO₂ eq) (Tabla 7.3 y Figura 7.2).

Tabla 7. 3Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq y kt), serie 1998-2022

GEI	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂ (kt CO ₂ eq)	18,4	19,6	22,5	25,7	18,9	14,5	9,3	8,4
CH ₄ (kt CO ₂ eq)	2.368,4	2.529,3	2.996,4	3.570,3	4.199,5	4.854,9	4.909,2	5.046,5
N ₂ O (kt CO ₂ eq)	80,0	82,9	89,6	96,0	95,4	96,7	93,9	94,1
Total (kt CO₂ eq)	2.466,8	2.631,8	3.108,6	3.691,9	4.313,8	4.966,1	5.012,4	5.149,0
NOx (kt)	0,97	1,03	1,19	1,35	0,97	0,76	0,49	0,44
CO (kt)	17,00	18,10	20,85	23,78	17,10	13,42	8,58	7,79
SOx (kt)	0,37	0,40	0,46	0,52	0,38	0,30	0,19	0,17
COVDM (kt)	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02

Fuente: elaboración propia

Figura 7. 2Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Fuente: elaboración propia

7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector *Residuos* se aplicó el método Nivel 1 propuesto por las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las categorías. Se destaca que se estimaron las emisiones de la *quema abierta de residuos* que no habían sido estimadas en el 1 BUR. No se estiman las emisiones de la categoría *tratamiento biológico de residuos sólidos*, la subcategoría *incineración de residuos* y ni el N₂O del tratamiento y descarga de aguas residuales de hotelería por falta de datos de actividad.

En la **Tabla 7.4** se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por GEI.

Tabla 7. 4

Sector Residuos: métodos aplicados por categoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
5. Residuos	T1	D	T1	D	NE, T1i	NE, D
5.A. Disposición de residuos sólidos			T1	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE	NE	NE	NE
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NE, T1	NE, D
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D
5.E. Otros						

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; NE = No estimada

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de las emisiones para todas las categorías se realizó en libros de cálculo, y IPCC Waste Model.

Para la estimación de las emisiones de GEI indirectos y precursores se utilizó en todos los casos un Nivel 1 de acuerdo con la Guía EMEP/EEA 2023.

7.2. Disposición de residuos sólidos (CRT 5.A)

7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las emisiones de GEI que se reportan en esta categoría provienen principalmente de la descomposición de los residuos orgánicos y el nivel de su generación depende del manejo que reciban los residuos en los sitios de disposición final y la composición de estos. Los diferentes tipos de residuos contienen diferentes cantidades de carbono, pudiendo diferenciarse entre el carbono orgánico degradable y de carbono fósil (IPCC, 2006).

La disposición de residuos sólidos, dependiendo del tipo de manejo, producen cantidades significativas de metano (CH₄), dióxido de carbono biogénico (CO₂) (no contabilizado ni reportado) y compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), así como cantidades más pequeñas de óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO) (IPCC, 2006). De acuerdo con la metodología de las Guías EMEP/EEA 2003 se estimaron las emisiones de COVDM, se presenta el total del sector en la sección 7.1

En el año 2022 en esta categoría se generaron 2.822,4 kt CO₂ eq, las cuales representan el 71,2 % de las emisiones del sector *Residuos*. No se desagregaron las emisiones en subcategorías. Las emisiones estimadas para esta categoría corresponden únicamente a los residuos generados en hogares e industria y depositados en sitios de disposición final (**Tabla 7.5**)

Las emisiones de esta categoría han mostrado una tendencia global creciente, aumentando un 257,2 % entre 1998 y 2022 y 30,7 % entre 2015 y 2022. Los aumentos de emisiones se deben fundamentalmente al aumento de la población, la tasa de generación de residuos y el porcentaje de cobertura de recolección (**Tabla 7.5** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 7. 5

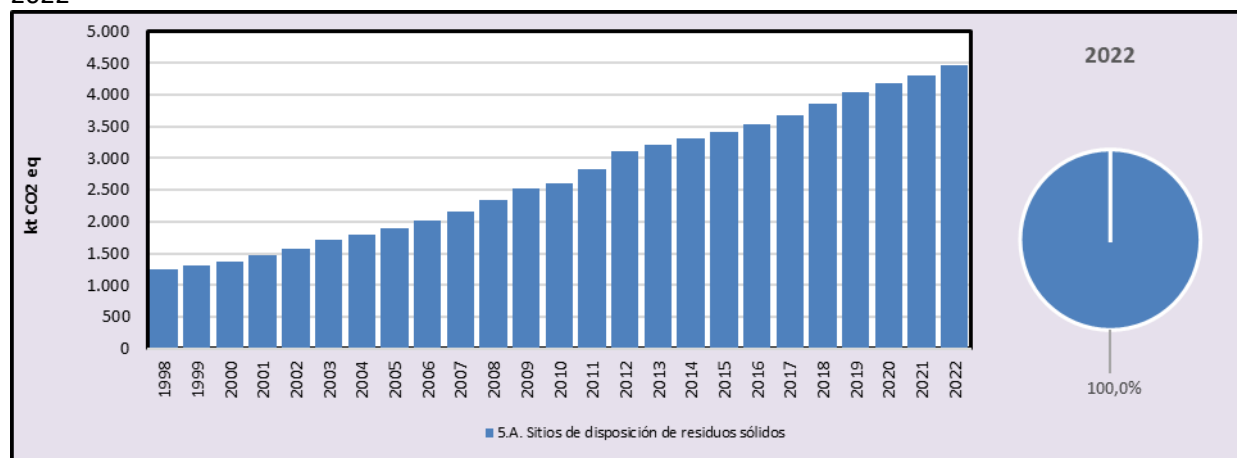
Disposición de residuos sólidos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

<i>Categoría</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
5.A. Disposición de residuos sólidos	1.249,4	1.364,9	1.902,7	2.598,1	3.415,8	4.179,5	4.300,0	4.463,1
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados								
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados								
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados								
Total	1.249,4	1.364,9	1.902,7	2.598,1	3.415,8	4.179,5	4.300,0	4.463,1

Fuente: elaboración propia

Figura 7.3

Disposición de residuos sólidos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

7.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de emisiones de GEI de la categoría se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. Esta metodología está basada en el modelo de descomposición de primer orden (FOD), el cual considera un factor exponencial que describe la fracción de material degradable que se descompone cada año para generar biogás.

Las estimaciones se realizan utilizando un libro de cálculo sobre el cual se programaron las Ecuaciones 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7 del Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Ecuación 4.4;Ecuación 7.9;Ecuación 7.10;Ecuación 7.11;Ecuación 7.12;Ecuación 7.13 y Ecuación 7.14).

Ecuación 7.8.

Disposición de residuos sólidos: masa de carbono orgánico degradable

$$DDOCm = W * DOC * DOC_f * MCF$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 3.2; Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- DDOCm = masa del DDOC depositada, Gg
- W = masa de los residuos depositados, Gg
- DOC = carbono orgánico degradable durante el año de depósito, fracción, Gg de C/Gg de residuos
- DOC_f = fracción del DDOC que puede descomponerse (fracción)
- MCF = factor de corrección de CH₄ para la descomposición aeróbica durante al año de deposición (fracción)

Ecuación 7.9.

Disposición de residuos sólidos: estimación de la fracción de carbono orgánico degradable

$$DOC = \sum_i (DOC_i * W_i)$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 3.7; Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- DOC = fracción de carbono orgánico degradable en los residuos brutos, Gg de C/Gg de residuos
- DOC_f = fracción de carbono orgánico degradable en los residuos de tipo i.
- W_i = fracción de tipo de residuo i por categoría de desecho.

Ecuación 7.10.

Disposición de residuos sólidos: $DDOC_{maT}$ acumulado en los SEDS al término del año t

$$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} * e^{-k})$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 3.4; Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 7.11.

Disposición de residuos sólidos: $DDOCm_{dT}$ acumulado en los SEDS durante el año t

$$DDOCm_{descomp_T} = DDOCma_{T-1} * 1 - e^{-k}$$

Fuente: elaboración propia en base a Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- t = año del inventario
- $DDOCma_T$ = $DDOCm$ acumulado en los SEDS al final del año t, Gg
- $DDOCma_{T-1}$ = $DDOCm$ acumulado en los SEDS al final del año (t-1), Gg
- $DDOCmd_T$ = $DDOCm$ depositado en los SEDS durante el año t, Gg
- $DDOCm_{descomp_T}$ = $DDOCm$ descompuesto en los SEDS durante el año T, Gg
- k = constante de reacción, $k = \ln(2)/t_{1/2}$ (años⁻¹)
- $t_{1/2}$ = vida media (años)

Ecuación 7.12.

Disposición de residuos sólidos: Cálculo del $DDOCmd_T$ depositado durante el año t

$$DDOCmd_T = W_T * DOC * DOC_f * MCF$$

Fuente: elaboración propia en base a Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Dónde:

- $DDOCmd_T$ = $DDOCm$ depositado durante el año T, Gg
- W_T = masa de los residuos eliminados durante el año T, Gg
- DOC = Carbono orgánico degradable en el año del depósito (fracción), Gg de C/Gg de residuos
- DOC_f = fracción del COC que puede descomponerse en condiciones anaeróbicas en el SEDS (fracción)
- MCF = factor de corrección del CH₄ para el año de la disposición (fracción)

Ecuación 7.13.

Disposición de residuos sólidos: cantidad de metano generado

CH₄ generado a partir del DDOC_m descompuesto

$$CH_4generado_T = DDOC_mdescomp_T * F * (16/12)$$

Fuente: elaboración propia en base al Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- CH₄ generado_T = cantidad de CH₄ generado a partir del DDOC_m que se descompone
- DDOC_m descomp_T = DDOC_m descompuesto durante el año T, Gg
- F = fracción volumétrica de CH₄ en el gas de vertedero generado
- 16/12 = cociente de peso molecular CH₄/C (cociente)

Ecuación 7.14.

Disposición de residuos sólidos: CH₄ Emitido desde los SEDS

$$CH_4emitido_T = \left(\sum_x CH_4generado_{x,T} - R_T \right) * (1 - OX_T)$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 3.1; Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

CH₄emitido = CH₄ emitido durante el año t, Gg

X= categoría o tipo de desecho y/o material

R_T = CH₄ recuperado durante el año T, Gg

OX_T = factor de oxidación durante el año T, (fracción)

Para utilizar el método FOD se requiere contar con datos de población, generación per cápita y composición de residuos sólidos del país, porcentaje de sólidos dispuestos, fracción dispuesta en los diferentes tipos de sitios de disposición final y cantidad de sólidos industriales dispuestos desde al menos 20 años con respecto al año de reporte.

7.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

En esta sección se describen los datos de actividad e información vinculada necesaria para la estimación de emisiones de la subcategoría.

Para estimar la cantidad de residuos sólidos municipales depositados se utilizó la siguiente información:

- Población anual (ONE)
- Generación per cápita. Estimado para toda la serie 1970-2022 en base informes nacionales de Situación Actual de Gestión de Residuos en República Dominicana, JICA, Observatorio Municipal de la Liga Municipal Dominicana y completando la serie temporal con el Modelo What a Waste 2.0 de Banco Mundial²¹. (la metodología utilizada fue avalada en los talleres sectoriales de validación de datos y resultados)
- Porcentaje de residuos depositados (ONE). El dato de Porcentaje de hogares según forma de eliminación basura (ONE) se dispone a partir del 2006, para años anteriores se mantiene

²¹ <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>

constante el valor de 2006. En el ANEXO de Residuos, se presenta toda la información utilizada en la serie temporal.

- Distribución de sitios de disposición final en la serie temporal: estimado en base a las prácticas identificadas en el país en los talleres de validación de datos con actores sectoriales y apertura de sitios de disposición final significativos (Duquesa) y su manejo en el tiempo. (Ver Anexo).

Para estimar la cantidad de residuos sólidos industriales depositados en sitios de disposición final se utiliza el PIB (Banco Mundial²²) y tasa de generación (informe de Situación Actual de Gestión de Residuos en República Dominicana (GIZ)). Se asume que la tasa de generación es exclusiva para residuos depositados y por ende la fracción depositada es 1. En el ANEXO de Residuos, se presenta toda la información utilizada en la serie temporal.

A continuación, se presentan los datos de actividad de cantidades depositadas de residuos municipales e industriales para la serie temporal 1970-2022.

Tabla 7. 6

Disposición de residuos sólidos: residuos depositados en sitios de disposición final (kton), serie 1970-2022

Año	kt Municipales	kt Industriales
1970	571,6	25,3
1971	605,7	28,3
1972	640,8	33,8
1973	676,9	39,9
1974	714,0	49,7
1975	752,0	61,2
1976	791,5	67,2
1977	831,9	78,0
1978	873,3	80,5
1979	915,8	93,5
1980	959,2	114,9
1981	1003,3	128,5
1982	1048,3	140,5
1983	1094,4	156,8
1984	1141,4	197,1
1985	1189,4	85,8
1986	1238,7	104,1
1987	1288,9	99,1
1988	1340,2	91,4
1989	1392,5	113,7
1990	1445,7	120,3
1991	1500,3	167,0

²² Se utiliza como fuente los datos del Banco Mundial para asegurar la coherencia de la serie temporal desde 1970

Año	kt Municipales	kt Industriales
1992	1555,9	197,3
1993	1612,5	222,4
1994	1670,2	249,0
1995	1728,8	282,8
1996	1786,9	310,1
1997	1845,9	340,3
1998	1905,9	368,4
1999	1966,9	376,3
2000	2028,8	413,2
2001	2089,2	435,2
2002	2150,3	461,3
2003	2213,0	363,9
2004	2275,3	379,5
2005	2338,0	608,2
2006	2399,6	644,0
2007	2649,4	747,4
2008	2583,0	818,1
2009	2509,2	820,4
2010	2910,7	915,6
2011	2955,2	986,5
2012	2999,5	1031,6
2013	3069,3	1065,6
2014	3136,3	1142,1
2015	3206,6	1209,8
2016	3347,1	1287,0
2017	3597,1	1360,0
2018	3722,4	1454,4
2019	3733,5	1512,0
2020	3861,1	1340,4
2021	3990,4	1602,1
2022	4071,9	1931,9

Fuente: elaboración propia

La composición de los residuos se estima a partir de informes nacionales elaborados por el Observatorio Municipal, a partir de estudios de caracterización realizados mediante convenio Instituto Tecnológico Santo Domingo y el Plan Dominicana Limpia, año 2017 y 2018. En el Anexo se detalla el tratamiento de los datos. Por falta de información se asume en línea el Nivel 1 de las Directrices del IPCC que la composición permanece constante.

Tabla 7. 7

Disposición de residuos sólidos: composición de residuos (%)

Tipo de residuos	Composición (%)
Desechos de alimentos	56
Jardín	0
Papel	4
Madera	0
Textiles	0
Pañales	0
Plásticos y otros inertes	40

Fuente: elaboración propia

Se espera contar con mayor desagregación de las fracciones de residuos en estudios que se están llevando a cabo actualmente.

La cantidad de metano recuperado se toma cero por defecto²³ y se cuenta con valores reportados del MDL de Duquesa para los años 2010 y 2011.

7.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En esta sección se describen los parámetros y factores utilizados en el modelo FOD para la estimación de emisiones de metano de los sitios de disposición final de residuos.

Todos los valores fueron tomados por defecto del Capítulo 2 y 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 7.8 y Tabla 7.9).

En particular, los valores del índice de generación o constante de reacción (k) fueron tomados por defecto por tipo de residuos para clima tropical húmedo.

Tabla 7. 8

Disposición de residuos sólidos: DOC y constante de reacción por tipo de residuo

Tipo de residuos	DOC	k (años ⁻¹)
Desechos de alimentos	0.15	0.4
Jardín	0.2	0.7
Papel	0.4	0.07
Madera	0.43	0.035
Textiles	0.24	0.17
Pañales	0.24	0.4
Plásticos y otros inertes	0.0	0

Fuente: elaboración propia en base a Capítulo 2 y 3; Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

²³ Durante 2010-2011 se ejecutó un proyecto de recuperación en el vertedero Duquesa, se requiere más información para reportar su funcionamiento.

Tabla 7. 9

Disposición de residuos sólidos: Parámetros del modelo FOD

Parámetro	Valor	Unidades
DOCf	0.5	Fracción adimensional
F	0.5	Fracción adimensional
Ox	0	Fracción adimensional
MCF	Variable en la serie temporal ver ANEXO	Fracción adimensional

Fuente: elaboración propia en base a Capítulo 3; Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Salvo el MCF, se asume que todos los parámetros permanecen constantes a lo largo de la serie temporal.

7.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

7.2.4. Incertidumbre específica de la categoría

Para obtener las incertidumbres en esta subcategoría, se utilizan los datos de incertidumbre por defecto propuestos en el Cuadro 3.5 del Capítulo 3, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 7.10).

Tabla 7. 10

Disposición de residuos sólidos: incertidumbres de variables y parámetros del método FOD

Elemento del modelo FOD	Incertidumbre
	(+/-) %
Total, de residuos sólidos municipales (MSWT)	30
Fracción del MSWT enviado a SRDS	30
Composición de desechos	100
Carbono orgánico degradable (DOC)	20
Fracción del carbono orgánico degradable que se descompone DOCf	20
Factor de corrección de metano (MCF)	30
Fracción de CH ₄ en el gas de vertedero generado (F)	5
Recuperación de metano (R)	No se considera
Vida media ($t_{1/2} = \ln 2 / k$)	25

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.5; Capítulo 3; Volumen 5).

Dado que el método FOD no es una estimación lineal de datos de actividad y factores de emisión, sino una serie de variables y parámetros son aplicados a un modelo de decaimiento exponencial, se agrupan los diferentes elementos (datos, parámetros) utilizados para reportar la incertidumbre como datos de actividad y factores de emisión.

A su vez se combinan las incertidumbres como si todos los elementos se estuvieran multiplicando, utilizando el método 1 de incertidumbre combinado, presentada en Capítulo 3, Volumen 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 7. 11

Disposición de residuos sólidos: incertidumbre combinada.

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄	108,63	48,46	118,96

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006*.

7.2.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para asegurar la serie temporal se utilizó un único método (FOD) para la estimación de las emisiones. Los parámetros del modelo se mantuvieron constantes en la serie.

Para los datos de actividad se utilizaron diversas fuentes y técnicas de empalme que se describen en los anexos para completar faltantes de datos en línea con las Directrices del IPCC de 2006.

7.2.6. Actividades de GCCV de la categoría

Para el desarrollo de este inventario de Residuos, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de los valores generados comparando las tasas de generación nacionales con las propuestas en las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento 2019.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría en taller de validación para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

7.2.7. Nuevos cálculos de la categoría

El presente apartado incluye los nuevos cálculos en comparación con el último inventario previamente presentado por República Dominicana en su *Primer Informe Bienal de Actualización* (1BUR) ante la CMNUCC en 2020 para la *Disposición de residuos sólidos*.

Dado que se realizaron múltiples cambios con respecto a la versión de 1BUR la diferencia observada resulta multicausal y en algunos casos se superponen o contrarrestan las diferencias.

El principal cambio que justifica la realización de nuevos cálculos fue la revisión de los datos de actividad utilizados, ajuste del porcentaje de residuos sólidos municipales depositados, composición de residuos y recálculo de los residuos industriales depositados, en base a estudios nacionales.

El 1BUR se basó enteramente en datos de juicio experto que no estaban documentados y de acuerdo con lo discutido en los talleres de validación, no reflejaban la realidad nacional (por ejemplo, relativo al manejo de residuos de Duquesa, o a la existencia de sitios semi aireados en República Dominicana).

En inventarios anteriores no se presentan serie temporales completas por lo cual solo se compara contra el año 2015 publicado en el 1BUR ([Tabla 7.12](#))

Tabla 7. 12

Nuevos cálculos: comparación entre los balances anuales de la subcategoría *Disposición de residuos sólidos* (kt CO₂ eq)

<i>Categoría</i>	<i>2015</i>
INGEI – anterior fBUR	5.100,2
INGEI - actual	3.415,8
Diferencia	1.684,4
Diferencia (%)	33,0%

Fuente: elaboración propia

Nota: los valores del FBUR se tomaron del reporte y estimaron con PCA 100 AR5 con fines comparativos

7.2.8. Plan de mejoramiento específico de la categoría

- Mejorar la información sobre el tipo de gestión y clasificación de sitios de disposición final.
- Mejorar los datos sobre producción per cápita de residuos sólidos y cantidades depositadas a lo largo de la serie temporal. Comenzar a generar serie en base a pesada o muestreo nacional frecuente para poder migrar a un Nivel 2
- Mejorar los datos sobre la composición de los residuos a lo largo de la serie temporal. Caracterización periódica y desagregada (en elaboración)
- Obtener datos de otros residuos depositados como ser lodos e incluirlos en las emisiones de esta categoría.
- Mejora en datos de residuos industriales (informes de cumplimiento ambiental y otra información (registros) de industrias recopiladas por diferentes Áreas del MMARN)

7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (CRT 5.B)

En esta sección se presenta la información referente al *tratamiento biológico de residuos sólidos*. Las emisiones de GEI que se reportan en esta categoría se generan a partir de la fabricación de abono orgánico (*compostaje*) y otros tratamientos biológicos de los residuos sólidos (*digestión anaeróbica en instalaciones de biogás*) (IPCC, 2006).

El *compostaje* es un proceso principalmente aeróbico y una fracción grande del carbono orgánico degradable (DOC) de los materiales de desecho se convierte en dióxido de carbono (CO₂) biogénico. El CH₄ se forma en las secciones anaeróbicas del abono orgánico (compost), pero una gran proporción se oxida en las secciones aeróbicas del abono. La fabricación de abono orgánico puede producir también emisiones de N₂O (IPCC, 2006).

La *digestión anaeróbica en instalaciones de biogás* acelera la descomposición natural del material orgánico en ausencia de oxígeno si la temperatura, el contenido de humedad y pH se mantienen cercanos a los valores óptimos (IPCC, 2006). El CH₄ generado puede usarse para producir calor y/o electricidad, por lo cual la declaración de las emisiones del proceso se realiza generalmente en el Sector *energía* (IPCC, 2006).

A nivel nacional estas actividades ocurren, pero no fue posible obtener los datos de actividad necesarios para realizar las estimaciones en esta edición.

Como fuente de datos de actividad se identifican habilitaciones realizadas ante en MMARN y registros del Ministerio de Agricultura.

7.4. Incineración y quema abierta de residuos (CRT 5.C)

7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las emisiones de GEI que se reportan en esta categoría se generan a partir del tipo de incineración a los que se someten los residuos sólidos y en la composición que tengan los mismos. Por esta razón, en esta categoría, se presenta información de las emisiones generadas a partir de la cantidad de residuos que se incineran, tomando en cuenta las siguientes subcategorías:

- *Incineración de residuos*
- *Incineración abierta de residuos*

Ambos tipos de incineración son fuentes de emisiones de los gases CO₂, CH₄ y N₂O. Normalmente las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración son más significativas que las emisiones de CH₄ y N₂O (IPCC, 2006).

Las emisiones de CH₄ provenientes de la *incineración y quema abierta de residuos* son el resultado de una combustión incompleta. Los factores importantes que afectan las emisiones son la temperatura, el tiempo de residencia y proporción de aire. Estas emisiones son particularmente pertinentes para la incineración abierta, donde una gran proporción del carbono contenido no se oxida, mientras que la formación de óxido nitroso por la práctica de quema por incineración abierta se genera cuando un residuo es sometido a un aumento en la temperatura, la cual permite la separación de dos compuestos (o más), emitiendo así el óxido nitroso.

A nivel nacional ocurren ambas subcategorías, sin embargo, para el presente el inventario solo se contó con información para estimar las emisiones GEI de la subcategoría *de incineración abierta de residuos*, reportándose la subcategoría de incineración de residuos como no estimada.

En el año 1998 esta categoría generó 85,9 kt CO₂ eq, kt CO₂ eq y 39,4 kt CO₂ eq en el año 2022 representando una disminución del 54,1 % desde 1998 y del 54,6 % desde 2015. Este descenso general está asociado al incremento de la recolección de residuos sólidos y disminución de las prácticas de quema abierta en la población especialmente a partir del año 2012 (**Tabla 7.13** y **Figura 7.4**). En toda la serie el 100% de las emisiones corresponde a la incineración abierta de residuos.

Tabla 7. 13

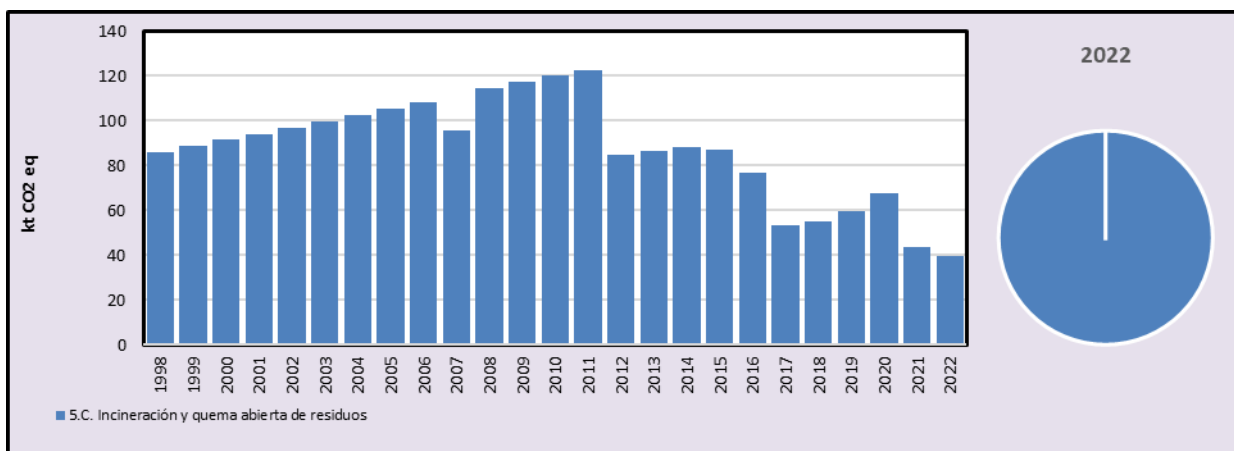
Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.C.1. Incineración de residuos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2. Incineración abierta de residuos	85,9	91,4	105,4	120,2	86,8	67,8	43,4	39,4
Total	85,9	91,4	105,4	120,2	86,8	67,8	43,4	39,4

Fuente: elaboración propia

Figura 7. 4

Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

7.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de *Incineración abierta de residuos*, se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión y datos paramétricos por defecto. La subcategoría incineración de residuos no fue estimada debido a falta de datos de actividad ([Tabla 7.14](#)).

Tabla 7. 14

Incineración y quema abierta de residuos: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE
5.C.1. Incineración de residuos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2. Incineración abierta de residuos	T1	D	T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; NE = No estimada

Fuente: elaboración propia

7.4.3. Incineración de residuos (5.C.1.)

La incineración se define como la combustión de los residuos sólidos y líquidos en instalaciones de incineración controladas. Los incineradores de desperdicios poseen grandes chimeneas y cámaras de combustión, especialmente diseñadas que producen altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los residuos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa (IPCC, 2006).

Las emisiones de GEI generadas en esta subcategoría dependerá del tipo de tratamiento térmico al que son sometidos los residuos sólidos y al tipo de residuos tratado, los tipos de residuos incinerados incluyen los residuos sólidos municipales, residuos industriales, residuos peligrosos, residuos hospitalarios y lodos de aguas servidas (IPCC, 2006). A pesar de que se tiene conocimiento que la incineración ocurre en República Dominicana, principalmente con residuos hospitalarios y farmacéuticos, no se ha tenido acceso a esta información.

7.4.4. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

- Realizar contacto directo con las empresas que realizan incineración controlada.
- A partir de las licencias que el MMARN provee a las empresas que realizan incineración controlada, solicitar información sobre el tipo de tecnología con la que se trabaja, la cantidad de residuos tratados y el tipo de residuos tratados (composición).
- Promover arreglos institucionales con las empresas que realizan esta actividad para proveer datos de actividad y otra información relevante para la estimación de emisiones.

7.4.5. Incineración abierta de residuos (5.C.2.)

7.4.5.1. Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI

La incineración abierta de residuos evalúa la cantidad de residuos que son incinerados a cielo abierto, en esta práctica la combustión de materiales combustibles no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, residuos de aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, liberan el humo y otras emisiones directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna. La incineración abierta de residuos es como cualquier otro tipo de combustión, por lo que es una fuente de emisiones de GEI, los gases pertinentes emitidos incluyen el CO₂, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Normalmente, las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de residuos son más significativas que las emisiones de CH₄ y N₂O (IPCC, 2006)

Sólo las emisiones de CO₂ que resultan de la oxidación durante la incineración abierta del carbono contenido en los residuos de origen fósil (p. ej., plásticos, algunos textiles, caucho, solventes líquidos y aceites desechados) deben incluirse en las estimaciones de las emisiones nacionales de CO₂. Las emisiones de CO₂ debidas a la combustión de materiales de biomasa (p. ej., papel, alimentos y residuos de madera) contenidos en los residuos son emisiones biogénicas y no deben incluirse en las estimaciones de las emisiones totales nacionales.

En esta categoría, se debe tomar en cuenta que una fracción que llega a los vertederos se quema a cielo abierto, sin embargo, no se cuenta con información sobre esta práctica dentro los Sitios de Disposición, por lo que no se considera en la estimación de emisiones para estos inventarios. Se consideran para esta subcategoría las emisiones generadas por la población que quema residuos determinada a partir de información de ONE de Porcentaje de hogares según forma de eliminación basura, 2006-2022 (Censo de Población y Vivienda y Encuesta de Hogar de Propósitos Múltiples)

En 1998 esta categoría emitió 85,9 kt CO₂ eq, mientras que para el año 2022 esta categoría emitió 39,4 kt CO₂ eq, para esta serie, presentando una disminución del 54,1 %. Las emisiones en esta subcategoría representan el 100 % de las emisiones de la categoría Incineración y quema abierta de residuos.

La disminución en las emisiones en la subcategoría es producto del aumento en la gestión de recolección de residuos domiciliarios y que lleva a una disminución de las prácticas de quema abierta de los residuos a nivel hogar.

7.4.5.2. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de CO₂, CH₄ y de N₂O de la subcategoría se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC* de 2006 con factores de emisión por defecto.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ se utilizó la Ecuación 5.1 del Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006* (**Ecuación 7.15**).

Ecuación 7.15.

Incineración abierta de residuos: estimación de las emisiones de CO₂

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \sum_i (SW_i * dm_i * CF_i * FCF_i * OF_i) * 44/12$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 5.1; Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ durante el año del inventario, Gg/año

SW_i = cantidad total de residuos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

dmi = contenido de materia seca en los residuos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)

CF_i = fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono, (fracción)

FCF_i = fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)

OF_i = factor de oxidación, (fracción)

44/12 = factor de conversión de C en CO₂

i = tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

DSM: desecho sólido municipal (si no se estima con la Ecuación 5.2), ISW: desecho sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HW: desecho peligroso, CW: desecho hospitalario, otros (que deben especificarse)

Las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración e incineración abierta de residuos se estiman utilizando la **Ecuación 7.16**.

Ecuación 7.16.

Estimación de las emisiones de CH₄ basada en la cantidad total de residuos quemados

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Fuente: elaboración propia en base a la Ecuación 5.4; Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones de CH₄ = emisiones CH₄ durante el año del inventario, Gg/año

IW_i = cantidad de residuos sólidos de tipo i incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

EF_i = factor de emisión de CH₄ agregado, kg de CH₄/Gg de residuos

10⁻⁶ = factor de conversión de kilogramos en gigagramos

i = categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente: DSM: residuos sólidos municipales, ISW: residuos sólidos industriales, HW: residuos peligrosos, CW: residuos hospitalarios: residuos cloacales, otros (que deben especificarse)

En cuanto a la estimación de las emisiones de N₂O, se toma en cuenta la entrada de residuos a la incineración abierta utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 7.17.

Estimación de las emisiones de N₂O basada en la entrada de residuos a los incineradores

$$Emisiones\ de\ N_2O = \sum_i (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$$

Fuente: elaboración propia del Departamento de Ciencia y Métrica de Cambio Climático, DCC-MARN en base a la Ecuación 5.5; Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

Emisiones de N₂O = emisiones de N₂O durante el año del inventario, Gg/año

IW_i = cantidad de residuos de tipo i quemados por incineración abierta, Gg/año

EF_i = factor de emisión de N₂O (kg N₂O/Gg de residuos) para residuos de tipo i

10⁻⁶ = factor de conversión de kilogramos en gigagramos

i = categoría o tipo de desecho quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

DSM: residuos sólidos municipales, ISW: residuos sólido industrial, HW: desecho peligroso,

CW: Residuos hospitalarios: lodos cloacales, otros (que deben especificarse).

7.4.5.2.1. Datos de actividad específicos

El dato de actividad específico para esta categoría es la cantidad total de residuos sólidos municipales incinerados de forma abierta.

Para estimar este dato se utilizó información sobre la población anual (ONE); generación per cápita por nivel socio económico, y la información de manejo de residuos sólidos (a nivel hogar) extraído de ONE. Se utilizó el supuesto de que todos los residuos generados a nivel hogar clasificados en la encuesta como “lo queman” tienen como destino la *incineración abierta de residuos*. Para años previos al 2006 (1998- 2005) no se cuenta con la información antes descrita. Se utiliza información de población y tasas de generación de residuos agregadas a nivel a nacional y se asume que la distribución de manejo de residuos para incineración abierta permanece constante e igual a la distribución promedio nacional del año 2006.

Más información con respecto al procesamiento de los datos y parámetros nacionales para estimar la cantidad de residuos incinerados por quema abierta se presenta en el ANEXO de Residuos

Tabla 7. 15

Incineración abierta: datos de actividad (kt), serie 1998-2022

Año	Residuos quemados de forma abierta (kt)
1998	304,5
1999	314,2
2000	324,1
2001	333,8
2002	343,5
2003	353,6
2004	363,5
2005	373,5
2006	383,4
2007	339,2
2008	405,6
2009	415,8
2010	426,0
2011	434,5
2012	300,8
2013	306,8
2014	312,7
2015	306,3
2016	271,7
2017	189,5
2018	195,6
2019	212,3
2020	240,3
2021	153,8
2022	139,6

Fuente: elaboración propia

7.4.5.2.2. Factores de emisión

Los datos paramétricos de los residuos domiciliarios necesarios para la estimación de emisiones de CO₂ son por defecto de acuerdo con las *Directrices del IPCC* de 2006 excepto por la fracción de composición en que utilizan datos país específico (**Tabla 7.16**).

Tabla 7. 16

Incineración abierta: datos paramétricos para estimación de emisiones de CO₂.

Tipo de residuo	Materia seca (dm) (fracción)	Fracción de carbono en la materia seca (CF) (fracción)	Fracción de carbono fósil en el carbono total (FCF) (fracción)	Factor de oxidación (Ox) (fracción)
Municipales	0,83	0,38	0,09	0,58

Fuente: elaboración propia en base al Capítulo 2 y Capítulo 5 Volumen 4, *Directrices del IPCC* de 2006 del IPCC.

Los factores de emisión para el CH₄ y N₂O usados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron factores por defecto de las *Directrices IPCC de 2006*.

Tabla 7. 17

Incineración abierta: datos paramétricos para estimación de emisiones de CH₄ y N₂O.

Subcategoría/fuente	FE - CH ₄ *		FE - N ₂ O**	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
5.C.2. Incineración abierta	6500	gCH ₄ /t DSM peso húmedo	150	gN ₂ O/ t Residuos

Fuente: elaboración propia

*página 5.22 del capítulo 5, volumen 5 *Directrices del IPCC* de 2006.

** Cuadro 5.6, Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC* de 2006.

7.4.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

7.4.5.4. Incertidumbre

Las incertidumbres de los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O de esta categoría se obtienen a partir de la Sección 5.7.15 y de la Sección 5.7.2 del Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC* de 2006.

Debido a que los datos sobre residuos incinerados se estiman con los mismos parámetros que los dispuestos en sitios de disposición final (población, generación de residuos per cápita y la fracción de residuos por tipo de gestión) se considera la incertidumbre del dato de actividad estimadas para las categorías de *disposición de residuos sólidos*.

A partir de los datos por defecto obtenidos de las fuentes mencionadas, se calculan las incertidumbres utilizando el método 1 de incertidumbre combinada, presentada Capítulo 3, Volumen 1 de las *Directrices del IPCC* de 2006.

Tabla 7. 18

Incineración abierta: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad (%)	Incertidumbre de Factores de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
Incineración abierta	CO ₂	58,31%	30,00%	65,57%
Incineración abierta	CH ₄	58,31%	100,00%	115,76%
Incineración abierta	N ₂ O	58,31%	100,00%	115,76%

Fuente: elaboración propia en base a Sección 5.7.1 y sección 5.7.2 del Capítulo 5, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

7.4.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para asegurar la serie temporal se utilizó la misma metodología para la estimación de las emisiones. Los factores de emisión utilizados se mantuvieron constantes en la serie.

Para estimar la cantidad de residuos sólidos con quema abierta a nivel doméstico se cuenta con información a partir del año 2006 para el manejo de residuos sólidos (a nivel hogar) de estadísticas de ONE. Para completar los años en los cuales no se cuenta con información en el período entre 1998 y 2005 se mantiene el valor de 2006 constante.

7.4.6. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de Residuos, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

7.4.7. Nuevos cálculos

Esta categoría no fue estimada en el 1 BUR y por lo tanto no es posible comparar resultados de estimaciones.

7.4.7.1. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

- Obtener información sobre quema de los residuos dentro de los sitios de disposición, incluyendo información de la incineración abierta de residuos en estos sitios.
- Mejorar datos sobre producción per cápita de residuos sólidos en el país y la fracción y composición de los residuos quemada de forma abierta.
- Completar la serie de fracción de residuos quemados

7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (CRT 5.D)

7.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües (IPCC, 2006).

En esta categoría se presenta la información acerca del tratamiento y descarga de aguas residuales y está subdividida por tres subcategorías:

- *Aguas residuales domésticas*
- *Aguas residuales industriales*
- *Otros*

Se entiende por aguas residuales domésticas (o aguas servidas) los residuos de aguas utilizadas en los hogares (puede incluir a las aguas residuales comerciales e industriales que son vertidas al alcantarillado doméstico), mientras que las aguas residuales industriales derivan exclusivamente de las prácticas industriales. Las aguas residuales pueden ser una fuente de metano (CH_4) cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico, pero también pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N_2O). Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) procedentes de las aguas residuales no se consideran en los inventarios de GEI porque son de origen biogénico (IPCC, 2006).

A nivel nacional se estiman las emisiones tanto de las aguas residuales domésticas como las aguas residuales industriales, se identifican, pero no fueron estimadas por falta de información, las aguas residuales de hoteles.

En el año 2022 en esta categoría se generaron 646,5kt CO_2 eq, las cuales representan el 12,6 % de las emisiones del sector *Residuos* de ese año. De este total de emisiones 492,3 kt CO_2 eq (76,2 % de esta categoría) se generan por las *aguas residuales domésticas* y 154,2 kt CO_2 eq (23,8 % de esta categoría) por la disposición y tratamiento de *aguas residuales industriales* (*¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* y *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*).

Las emisiones en esta categoría muestran una disminución en la tendencia, pasando de 1.131,5 kt CO_2 eq generadas en 1998 a 811,2 kt CO_2 eq en 2015 y 646,5 kt CO_2 eq en 2022. Esto representa una disminución del 53,6 % con respecto a 1998 y del 29,4 % con respecto al año 2015 (**Tabla 7.19** y *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..5*). Estas variaciones se deben fundamentalmente de la utilización de los sistemas de alcantarillado en el país.

Para las aguas residuales de establecimientos hoteleros, se estableció en las rondas de validación que en su totalidad cuentan con sistemas aireados de tratamiento de efluentes por lo cual no generarían gas metano, su tratamiento y descarga podría estar generando emisiones de N_2O que no pudieron ser estimadas en esta oportunidad.

Tabla 7. 19

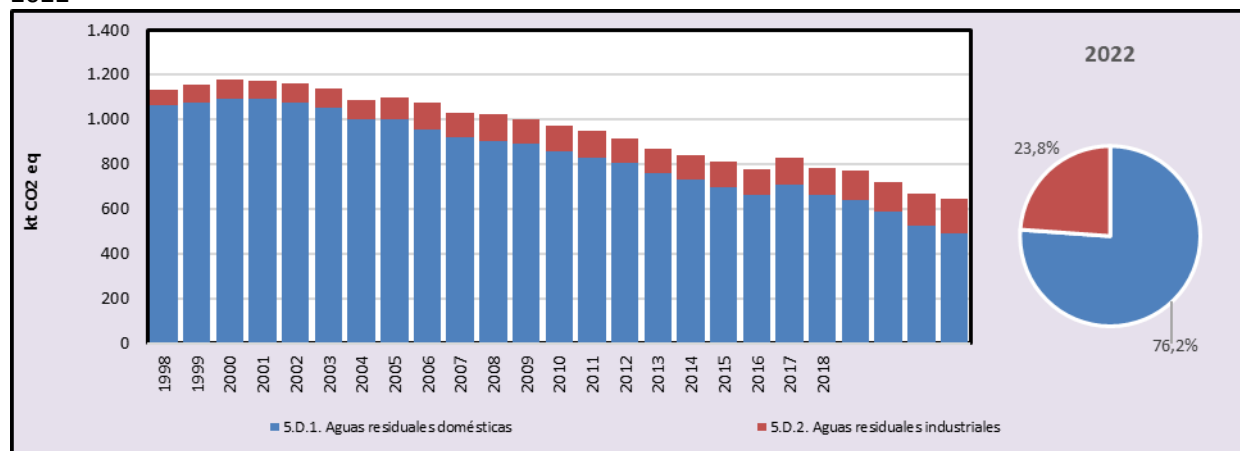
Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022

Subcategoría	1998	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.D.1. Aguas residuales domésticas	1.060,8	1.091,8	1.000,1	858,3	697,2	591,2	525,1	492,3
5.D.2. Aguas residuales industriales	70,7	83,7	100,4	115,4	114,0	127,5	144,0	154,2
5.D.3. Aguas residuales hoteles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total	1.131,5	1.175,4	1.100,5	973,7	811,2	718,8	669,0	646,5

Fuente: elaboración propia

Figura 7. 5

Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

7.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de las subcategorías de *Tratamiento y descarga de aguas residuales* se utilizó una metodología de Nivel 1 para las emisiones de CH₄ y de N₂O, de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* factores de emisión por defecto y algunos parámetros y datos de actividad nacionales que se detallan en la metodología específica de cada subcategoría. En la **Tabla 7.20** se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 7. 20

Tratamiento y descarga de aguas residuales: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CH ₄		N ₂ O	
		Método	FE	Método	FE
4.D.1.	Aguas residuales domésticas	T1	D	T1	D
4.D.2.	Aguas residuales industriales	T1	D		
4.D.3.	Aguas residuales- hoteles	NE	NE		

Nota: T1: Nivel 1; D: Por defecto, NE: No estimado

Fuente: elaboración propia

7.5.3. Aguas residuales domésticas (5.D.1.)

7.5.3.1. Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI

Se entiende por aguas residuales domésticas (o aguas servidas) a los residuos de aguas utilizadas en los hogares. Estas pueden tratarse en el lugar en que se originan, transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües. El transporte puede ser por medio de alcantarillas abiertas o cerradas, y los tipos de tratamiento incluyen plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), letrinas de hoyo, sistemas sépticos, o ser eliminadas en lagunas no gestionadas o en vías fluviales. En algunas ciudades costeras, las aguas servidas domésticas se transfieren directamente al océano (Emisario submarino).

Las aguas residuales pueden ser una fuente de CH₄ cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico y puede ser fuente de N₂O cuando se eliminan directamente a cuerpos de agua (IPCC, 2006).

A nivel nacional se categorizan los sistemas de tratamiento y eliminación de aguas domésticas en:

- Descarga al mar, río y lago
- Planta de tratamiento aeróbica centralizada (mal operada-sobrecargada)
- Sistema séptico
- Letrina (clima húmedo/descarga con agua, Nivel Freático por encima del nivel de la letrina)

En el 2022 esta categoría emitió 492,3,0 kt CO₂ eq, las cuales equivalen al 76,2 % del total de emisiones de la categoría *tratamiento y disposición de aguas residuales*.

En 1998 la categoría generó 1060,8 kt CO₂ eq y 697,2 kt CO₂ eq en 2015 representando una disminución del 53,6% entre 1998-2022 y 29,4 % entre 2015-2022. Esta disminución en las emisiones está asociado al incremento del manejo de las aguas residuales por sistemas centralizados y fosas sépticas, a la vez que ha disminuido el porcentaje de la población que no cuenta con tratamiento ([Tabla 7.20](#) y [Figura 7.9](#)).

7.5.3.2. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de CH₄ de la subcategoría *aguas residuales domésticas* se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* con parámetros por defecto y DBO per cápita específico del país (en base a datos nacionales ver ANEXO) y la proporción de utilización de los distintos tipos de tratamiento o vías de eliminación tomadas

. Las emisiones de N₂O se estimaron utilizando la metodología de Nivel 1 de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*.

Las emisiones de metano dependen de la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales y de un factor de emisión que caracteriza la proporción en la que estos residuos generan CH₄ que depende del tipo de sistema de tratamiento. De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, y en función de la información nacional, las estimaciones se realizaron según se describe a continuación.

Se estima el contenido total de carbono orgánico degradable en las aguas servidas de cada tipo de tratamiento que genera metano: el contenido total depende de la población total atendida y la generación de DBO por persona, de acuerdo con la ecuación siguiente:

Ecuación 7.18.

Aguas residuales domésticas: total de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas

$$TOW = P \cdot DBO \cdot 0,001 \cdot I \cdot 365$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.3; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- TOW: total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año.
- P: población del país en el año de inventario, personas.
- DBO: DBO per cápita específico del país en el año de inventario, g/persona/día.
- 0,001: conversión de gramos de DBO a kilogramos de DBO.
- I: factor de corrección para DBO industrial eliminado en alcantarillas.

Para estimar el factor de emisión en función de la capacidad máxima de producción de CH₄ (B₀) y el factor corrector para el CH₄ (MCF), dependiente de cada vía o sistema. De acuerdo con lo anterior, el factor de emisión para cada sistema se calcula a partir de la ecuación siguiente:

Ecuación 7.15.

Aguas residuales domésticas: factor de emisión para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas.

$$EF_i = B_0 \cdot MCF_i$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.2; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- EF_i: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *i*, kg de CH₄/kg de DBO.
- B₀: capacidad máxima de producción de CH₄, kg de CH₄/kg de DBO.
- MCF_i: el factor corrector para el CH₄ para la vía o sistema de tratamiento *i*.

Para estimar las emisiones se suman los resultados para cada sistema y ajustando de acuerdo con el lodo removido (se considera cero por defecto) y el metano recuperado (no ocurre en República Dominicana). La ecuación utilizada varía levemente con respecto a la expuesta en las *Directrices IPCC de 2006*, en función de los datos nacionales. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 7.16

Aguas residuales domésticas: emisiones totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_i (TOW_i - S_i) \cdot EF_i \right] - R$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.1; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de CH₄: emisiones de CH₄ durante el año de inventario, kg de CH₄/año.

- TOW_i: total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, por vía o sistema de tratamiento *i*, kg de DBO/año.
- S_i: componente orgánico separado como lodo durante todo el año de inventario en los sistemas de tratamiento *i*, kg de DBO/año.
- EF_i: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *i*, kg de CH₄/kg de DBO.
- R: metano recuperado kg de CH₄/año.

En el caso nacional, no se lleva a cabo el proceso de nitrificación y desnitrificación en plantas de tratamiento de aguas domésticas, por lo que las emisiones de N₂O se generan después de la eliminación de los efluentes en cursos de agua. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 7.17

Aguas residuales domésticas: emisiones de N₂O provenientes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = N_{\text{Efluente}} \cdot EF_{\text{Efluente}} \cdot 44/28$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.7; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de N₂O: emisiones de N₂O durante el año del inventario, kg de N₂O/año.
- N_{Efluente}: nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg de N/año.
- EF_{Efluente}: factor de emisión para las emisiones de N₂O provenientes de la descarga de aguas servidas, kg de N₂O-N en kg de N₂O.

El N_{Efluente} se estima mediante la siguiente ecuación, utilizando los valores por defecto de los datos paramétricos:

Ecuación 7.18

Aguas residuales domésticas: N_{Efluente} provenientes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$N_{\text{Efluente}} = (P \cdot \text{Proteína} \cdot F_{\text{NPR}} \cdot F_{\text{NON-CON}} \cdot F_{\text{IND-COM}}) - N_{\text{LODO}}$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.8; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- N_{EFLUENTE} = cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales (kg de N/año)
- P = población humana
- Proteína = consumo per cápita anual de proteínas (kg/persona/año)
- F_{NPR} = fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0,16 (kg de N/kg de proteína)
- F_{NON-CON} = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales, por defecto = 1,1
- F_{IND-COM} = factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado, por defecto = 1,25
- N_{LODO} = nitrógeno separado con el lodo residual, por defecto = 0 (kg de N/año)

7.5.3.2.1. Datos de actividad específicos

- Se utilizó información de población anual del ONE.

-
- Para la serie 2000-2022 se cuenta con datos de % de viviendas según sistema de disposición de excretas (inodoro conectado a alcantarillado; inodoro conectado a pozo séptico, Letrina, No tiene) Para 1998 y 1999 se asumen constantes los valores del año 2000
 - Diagnósticos de Plantas de Tratamiento Municipales (UASD) donde se detalla Tipo de tratamiento, porcentaje, descarga final etc. (Ver información en ANEXO)
 - DBO₅ per cápita estimado en función de información nacional (Ver Información en ANEXO)

Para 1998 y 1999 se asumen constantes los valores del año 2000

Información detallada de la distribución de tipo de tratamiento por año y procesamiento de los datos de actividad se presenta en el Anexo de Residuos.

En la **Tabla 7.21** se presenta el resumen de los resultados del procesamiento de los datos de actividad.

Tabla 7. 21

Aguas residuales domésticas: TOW (kg DBO/año)

Año	TOW (kg DBO/año)
1998	148774000,00
1999	151037000,00
2000	153263500,00
2001	155362250,00
2002	157461000,00
2003	159596250,00
2004	161658500,00
2005	163666000,00
2006	165545750,00
2007	167425500,00
2008	169360000,00
2009	171185000,00
2010	172991750,00
2011	174835000,00
2012	176678250,00
2013	178576250,00
2014	180364750,00
2015	182135000,00
2016	275804356,88
2017	278381083,50
2018	281035828,88
1998	148774000,00
1999	151037000,00
2000	153263500,00
2001	155362250,00
2002	157461000,00
2003	159596250,00
2004	161658500,00
2005	163666000,00
2006	165545750,00
2007	167425500,00
2008	169360000,00
2009	171185000,00
2010	172991750,00
2011	174835000,00
2012	176678250,00
2013	178576250,00
2014	180364750,00
2015	182135000,00
2016	275804356,88
2017	278381083,50
2018	281035828,88

Fuente: elaboración propia

Para el consumo de proteína per cápita necesario para la estimación de emisiones de N₂O, se utilizó información de FAO.

7.5.3.2.2. Factores de emisión

El factor de emisión para el metano se estima en función de la capacidad máxima de producción de CH₄ (B₀) y el factor corrector para el CH₄ (MCF) el que depende de cada tipo de tratamiento. El valor de B₀ corresponde a 0,6 kg de CH₄/kg de DBO de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.2.2.2.; Capítulo 6; Volumen 5). Los valores de MCF se presentan en la [Tabla 7.22](#)

Tabla 7. 22

Aguas residuales domésticas: factor corrector del metano (MCF) para los diferentes sistemas de descarga y tratamiento.

Tipo de tratamiento o sistema de descarga	MCF
Descarga al mar, río o lago	0,1
Sistema séptico	0,5
Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	0,3
Letrina (clima húmedo/descarga con agua. Nivel freático por encima del nivel de la letrina)	0,7

Fuente: elaboración propia en base a Cuadro 6.3; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC 2006*.

El factor de emisión por defecto para las emisiones de N₂O es de 0,005 (kg N₂O-N/kg N) de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*.

7.5.3.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en la Sección 1.8, del Capítulo 1.

7.5.3.4. Incertidumbre

Las incertidumbres para esta categoría se obtienen a partir del Cuadro 7, capítulo 6, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Este cuadro proporciona estimaciones generales de la incertidumbre y presenta intervalos de incertidumbre por defecto para el factor de emisión y los datos de actividad y otros parámetros utilizados en la estimación de aguas residuales domésticas.

Para el caso de la incertidumbre para la metodología del N₂O, se utilizan los datos proporcionados en el Cuadro 6.11, Capítulo 6, Volumen 5 *Directrices del IPCC de 2006*. Este cuadro presenta incertidumbres asociadas a los valores por defecto del IPCC para emisiones de N₂O procedentes del efluente.

A partir de los datos por defecto obtenidos de las fuentes mencionadas, se calculan las incertidumbres utilizando el método 1 de incertidumbre combinada, presentada Capítulo 3, Volumen 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 7. 23

Aguas residuales domésticas: incertidumbre combinada.

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH ₄	63,64%	50,00%	80,93%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N ₂ O	38,15%	90,00%	97,75%

Fuente: elaboración propia en base a las *Directrices del IPCC de 2006*.

7.5.3.5. Consistencia de la serie temporal

Para asegurar la serie temporal se utilizó el mismo método para la estimación de las emisiones. Los parámetros del modelo se mantuvieron constantes en la serie tanto para la estimación de metano como óxido nítrico.

Con respecto a las fuentes de los datos de actividad, se utiliza información nacional. Para la distribución de sistemas de tratamiento por año, se cuenta con datos 2000-2022. Para años anteriores 1998-1999, se asume válida la distribución del año 2000.

7.5.3.6. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de Residuos, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

7.5.3.7. Nuevos cálculos

Se realizaron cambios importantes al pasar de información netamente de juicio experto sin documentación de respaldo, a información basada en estadísticas, informes, estudios, análisis y reportes nacionales. El 1BUR no cuenta con series anuales por cual solo se compara el año 2015.

Tabla 7. 24

Aguas residuales domésticas: nuevos cálculos (kton CO₂ eq)

	2015
INGEI -anterior fBUR	1.272,9
INGEI - actual	697,2
Diferencia	575,6
Diferencia (%)	-45,2%

Fuente: elaboración propia

Nota: las emisiones de fBUR en kton CO₂ eq fueron tomadas del reporte en base GEI y estimadas con PCA 100 AR5 con fines comparativos

7.5.3.8. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

- Relevar datos específicos de las plantas de tratamiento centralizadas ya que se cuenta con dicha información planta específico
- Incluir emisiones de N₂O de plantas de tratamiento en caso de que corresponda
- Verificar y mejorar datos sobre la Demanda Bioquímica de Oxígeno en las aguas residuales domésticas.
- Verificar la pertinencia de la población incluida en las estimaciones de emisiones de óxido nitroso, en función del tipo de sistema de manejo y si tiene como destino un curso de agua.
- Verificar y mejorar el dato de consumo de proteína per cápita.
- Generar valores de Bo y MCF a nivel nacional

7.5.4. Aguas residuales industriales (5.D.2.)

7.5.4.1. Descripción de la subcategoría

Las aguas residuales industriales pueden tratarse in situ o evacuarse hacia los sistemas de cloacas o alcantarillados domésticos. Si estas se eliminan hacia el sistema de alcantarillado doméstico, las emisiones deben incluirse en las emisiones de aguas servidas domésticas (no se considera en el presente inventario). Esta subcategoría trata de las estimaciones de las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento in situ de aguas residuales industriales (IPCC, 2006).

El CH₄ solamente se produce en el agua residual industrial que contiene significantes cargas de carbono y que se trata bajo condiciones anaeróbicas, sean éstas previstas o no. Las sustancias orgánicas contenidas en las aguas residuales industriales suelen expresarse en términos de DQO. Tanto las aguas residuales como los lodos que contienen pueden producir CH₄ por degradación anaeróbica. La cantidad de CH₄ producido depende principalmente de la cantidad de materia orgánica degradable contenido en las aguas residuales, de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento (IPCC, 2006).

7.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En el 2022 esta categoría emitió 154,2 kt CO₂ eq, lo cual equivale a un 23,8 % del total de emisiones de la categoría *tratamiento y disposición de aguas residuales*.

Al evaluarse la tendencia para la serie 1998-2022, se observa que en 1998 la categoría generó 70,7 kt CO₂ eq, qué comparado con las emisiones al 2022 muestra un aumento de 118 %. Se observa que entre 2015 y 2018 las emisiones aumentaron un 35,3 %. A lo largo de la serie temporal la producción de carne produce más del 50 % de las emisiones de la subcategoría.

El comportamiento de las emisiones está directamente asociado con la producción de las industrias que poseen sistemas de tratamiento biológico de efluente.

Existe un vacío de información sobre la producción de lodos, el manejo de estos (o el destino final) y de si existe o no recuperación de metano en estas plantas de tratamiento.

7.5.4.3. Aspectos metodológicos

Para realizar la estimación de GEI para la serie 1998-2022 se utilizó información de producción de leche, carne, cerveza, alcohol y azúcar, de estadísticas oficiales, compiladas por ONE.

Con esta información y basado en el árbol de decisión de la Figura 6.3 del Capítulo 6, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*, se considera alcanzar el método de Nivel 1 para los datos de actividad antes descritos y factores de emisión por defecto. La metodología utilizada se describe a continuación.

Se estima el total de carbono orgánico degradable en las aguas residuales (TOW) para cada sector industrial según:

Ecuación 7.19.

Aguas residuales industriales: materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales.

$$TOW_i = W_i \cdot COD_i$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.6; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- TOW_i: total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria *i* del año del inventario, kg de DQO/año.
- W_i: aguas residuales generadas, m³/año por la industria *i*.
- COD_i: DQO, kg de DQO/m³.
- *i*: sector industrial.

Se determinan las vías y los sistemas de tratamiento, para estimar el factor de emisión en función de la capacidad máxima de producción de CH₄ (B₀) y el factor corrector de metano (MCF) de la industria respectiva.

Ecuación 7.20

Aguas residuales industriales: factor de emisión de CH₄ para las aguas residuales industriales.

$$EF_j = B_0 \cdot MCF_j$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.5; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- EF_j: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *j*, kg de CH₄/kg de DBO.
- B₀: capacidad máxima de producción de CH₄, kg de CH₄/kg de DBO.
- MCF_j: el factor corrector para el CH₄ para la vía o sistema de tratamiento *j*.

Finalmente se estiman las emisiones en función de TOW; el factor de emisión estimado en la **Ecuación 7.20**; el lodo total removido (por defecto cero); y el metano total recuperado para cada sector industrial (por defecto cero).

Ecuación 7.21.

Aguas residuales industriales: emisiones totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales industriales

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) \cdot EF_i - R_i]$$

Fuente: elaboración propia en base a Ecuación 6.4; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de CH₄: emisiones de CH₄ durante el año de inventario, kg de CH₄/año.
- TOW_i: total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria *i* del año del inventario, kg de DQO/año.
- S_i: componente orgánico separado como lodo durante todo el año de inventario para el sector industrial *i*, kg de DQO/año.
- R_i: cantidad de CH₄ recuperada durante el año del inventario por el sector industrial *i*, kg de CH₄/año.
- EF_j: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *j*, kg de CH₄/kg de DQO. Si en una industria se utiliza más de un tipo de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

7.5.4.3.1. Datos de actividad específicos

Los principales datos de actividad para la estimación de emisiones de CH₄ de la subcategoría provienen de información proveída por ONE ([Tabla 7.26](#)).

En base a Informes de Cumplimiento Ambiental e Inspecciones Ambientales, presentadas por las industrias ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se generó un primer estudio de relevamiento de las principales empresas por rubro: Carne, Lateo, Azúcar, Cervecería y destilería de alcohol. Se calcularon los parámetros de m³/t o L producido y DQO (kg/m³) por tipo de industria. Dado que la muestra es pequeña durante los talleres de validación se decidió continuar utilizando los valores por defecto y seguir profundizando los indicadores para generar valores nacionales en futuras ediciones. (VER ANEXO con información resumida global dado que tiene carácter confidencial)

Para esta edición la DQO y caudales de efluentes se utilizan los valores presentes en las *Directrices del IPCC de 2006*, en donde se indican ejemplos de datos de DQO y caudal por unidad de producción, por tipo de industria ([¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. 7.25](#)).

Tabla 7. 25

Aguas residuales industriales: m³/t o L producido y DQO (kg/m³) por tipo de industria

Tipo de industria	M3/t o L	DQO (kg/m ³)
Malta y cerveza	6,3	2,9
Carne	13	4,1
Azúcar	11	3,2
Refinería de alcohol	24	11,0
Leche	7	2,7

Fuente: elaboración propia en base en base a Cuadro 6.9; Capítulo 6, Volumen 5 de las Directrices del IPCC del 2006.

Tabla 7. 26**Aguas residuales industriales: datos de actividad**

Año	Carnes (t)	Azúcar (t)	Alcohol (m3)	Cerveza (m3)	Leche (m3)
1998	246.035,0	103640,00	41.448	299.301	32.953
1999	269.219,0	81484,00	43.395	330.138	39.658
2000	294.535,0	107852,00	44.856	366.926	56.669
2001	296.388,2	112730,00	45.179	317.596	62.477
2002	284.705,0	132387,85	49.003	355.384	68.388
2003	269.661,0	127687,85	49.304	355.262	79.013
2004	300.747,0	124028,97	54.661	354.600	62.615
2005	347.648,0	139203,25	49.900	454.093	68.152
2006	523.410,5	151728,00	48.574	489.177	70.357
2007	492.466,6	145399,00	56.139	431.746	68.299
2008	506.955,4	143522,00	58.139	451.973	75.268
2009	478.921,2	151914,00	51.229	414.209	81.471
2010	459.014,0	147672,00	56.528	483.802	87.860
2011	478.805,0	157817,00	56.505	488.572	91.269
2012	425.459,0	165840,00	55.639	470.338	103.397
2013	451.345,0	157675,70	56.814	416.264	105.603
2014	455.819,0	153886,92	50.458	439.078	114.286
2015	485.819,0	141307,48	47.174	474.454	120.666
2016	494.002,0	129115,89	46.298	476.823	138.133
2017	482.442,0	171136,45	48.708	491.488	150.549
2018	489.384,6	157494,39	47.380	520.084	159.769
2019	7930003,24	1703067,29	1699917,64	3575097,76	1158018,75
2020	9131233,04	1728141,12	1762106,52	3670026,11	1283583,67
2021	7930003,24	1703067,29	1699917,64	3575097,76	1158018,75
2022	9131233,04	1728141,12	1762106,52	3670026,11	1283583,67

Fuente: elaboración propia

7.5.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión se estima en función a la capacidad máxima de producción de CH_4 (B_0) y el factor corrector de metano (MCF) el que depende de cada tipo de tratamiento. El valor de B_0 corresponde a 0,25 kg de CH_4 /kg de DQO de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.2.2.2; Capítulo 6; Volumen 5).

Según el Cuadro 6.8; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006* y en base a los sistemas de tratamiento identificados en el estudio preliminar nacional se seleccionaron los valores de MCF y se estimaron los FE.

Durante los talleres de validación los expertos señalaron que en el país prevalecen los sistemas lagunas de poca profundidad, tipo facultativo o lagunas de estabilización. En algunas industrias puntuales e identificadas se observan reactores anaeróbicos. Se prevé profundizar con el estudio realizado para realizar una caracterización completa de los tipos de sistemas de tratamiento de efluentes existentes.

Tabla 7. 27

Aguas residuales industriales: factores de emisión

Rubro	Tratamiento	FE (kg CH ₄ / kg DQO)
Carne	Lagunas poco profundas /facultativas	0,05
Azúcar	Lagunas poco profundas /facultativas	0,05
Alcohol	Lagunas poco profundas /facultativas	0,05
Cerveza	Reactor anaeróbico	0,2
Leche	Sistemas aireados mal manejados	0,075

Fuente: En base a MCF seleccionados de Cuadro 6.3 Cap 6 Vol 5 Directrices del IPCC de 2006

7.5.4.4. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Se aplica la flexibilidad descrita en el punto 1.8 del capítulo 1.

7.5.4.5. Incertidumbre

Las incertidumbres para esta categoría se obtienen a partir del Cuadro 6.10 del Capítulo 6, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Este cuadro proporciona estimaciones generales de la incertidumbre y presenta intervalos de incertidumbre por defecto para el factor de emisión, datos de actividad y otros parámetros utilizados para estimar las emisiones de las aguas residuales industriales.

A partir de los datos por defecto obtenidos de las fuentes mencionadas, se calculan las incertidumbres utilizando el método 1 de incertidumbre combinada, presentada Capítulo 3, Volumen 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 7. 28

Aguas residuales industriales: incertidumbre combinada

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH ₄	103,10%	50,00%	114,58%

Fuente: elaboración propia en base a Cuadro 6.10 del Capítulo 6, Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006***7.5.4.6. Consistencia de la serie temporal**

La estimación de emisiones de la serie para esta categoría se desarrolla siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006* y utilizando la misma metodología y fuentes para la obtención de los datos de actividad, con base en la identificación y disponibilidad de mejores datos (p.ej., nuevas estadísticas o registros nacionales), por lo que la serie presenta una consistencia en el tiempo.

7.5.4.7. Actividades de GCCV

Para el desarrollo de este inventario de Residuos, se aplicaron todas las actividades y procedimientos generales de GC/CC para todas las categorías del sector, descritos en la sección 2.2.3, Volumen 3, Capítulo 2 de las Directrices IPCC 2006.

También se realizaron actividades específicas para esta categoría, las cuales se describen a continuación:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:

- Revisión detallada de cada archivo y de datos; con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una hoja de cálculo consolidada de datos de actividad agrupados con tablas de referencia automáticas para los valores comunes, como son los factores de emisión (FE), que son usados en los cálculos.
- Verificación de que los datos de actividad o parámetros que se repiten en varios años guarden consistencia.
- Verificación en la administración de los datos de actividad, para que las cantidades totales concuerden, tanto para transferencia de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Revisión de los datos por parte de ONE

Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en planillas de compilación
- Verificar la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizada de acuerdo con los criterios establecidos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Comparar los cálculos realizados en el último inventario para esta categoría, con los que se realizan en este inventario.

Adicionalmente se realizaron las siguientes actividades con actores clave:

Verificación de datos, cálculos y supuestos:

- Taller de validación de datos con actores clave
- Presentación de resultados de la subcategoría para validación de los resultados y técnicas de empalme utilizadas para asegurar la coherencia de la serie temporal

7.5.4.8. Nuevos cálculos

Los resultados obtenidos comparados contra el 1 BUR se presentan en la siguiente tabla. Los cambios se deben a la mejora en la selección de los MCF y por ende factores de emisión, basados en los reportes ambientales de las empresas del sector, así como mejoras en los datos de actividad.

Tabla 7. 29

Aguas residuales industriales: nuevos cálculos (kton CO₂ eq)

	2015
INGEI -anterior	1.057,8
INGEI - actual	154,2
Diferencia	903,6
Diferencia (%)	-85,4%

Fuente: elaboración propia

Nota: las emisiones de fBUR en kton CO₂ eq fueron tomadas del reporte en base GEI y estimadas con PCA 100 AR5 con fines comparativos

7.5.4.9. Plan de mejoramiento específico para la subcategoría

- Mejorar los datos acerca del tipo de tratamiento que reciben las aguas residuales con alto contenido de carbono en la industria.
- Recopilar información sobre prácticas de recuperación o quema por antorcha de metano producido en las plantas de tratamiento y gestión de lodos.
- Recopilar datos sobre la DQO en las aguas residuales industriales a nivel nacional (Licencias ambientales, Registros de empresas, Informes ambientales, presentados ante el MMARN)
- Recopilar información acerca del tratamiento de efluentes de otras industrias (como ser del sector alimentos)
- Recopilar información para estimar las emisiones de N₂O para plantas de remoción de nutrientes (en caso de verificar su existencia)
- Realizar acuerdos internos dentro del MMARN para identificar nuevas fuentes de emisión de la categoría.
- Realizar acuerdos internos dentro del MMARN para recopilación de datos de actividad sistemas de tratamiento de efluente industrial.

7.5.5. Otros (CRT 5.D.3)

A nivel país en esta subcategoría se pueden reportar las emisiones de CH₄ y N₂O, provenientes de los tratamientos de efluentes biológicos realizados en establecimientos hoteleros o complejos vacacionales.

Este sector se caracteriza por contar con sus propios sistemas de tratamiento, los cuales son autorizados por la autoridad competente (MMARN).

En la presente edición no se recabaron datos de actividad para realizar la estimación de estas emisiones.

Se identifican como potenciales fuentes de información, asociaciones o cámaras hoteleras y el MMARN.

En los talleres de validación se identificó que los complejos hoteleros del país cuentan con sus propios sistemas de tratamiento de efluentes. Dada la importancia del sector turístico en el país, la tecnología y mantenimiento de estos sistemas, según concuerdan los expertos, es muy bueno. En este sentido se identifica que todos los complejos cuentan con sistemas aireados por lo cual las emisiones de metano en caso de estar bien manejadas es cero. No están siendo contempladas las emisiones de N₂O de tratamiento y descarga.

Se planifica en futuros NID poder contar con más información de cámaras hoteleras.

7.6. Otros (CRT 5.E)

Todas las actividades que generan emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la disposición y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, se incluyen en las categorías identificadas dentro del sector: *disposición de residuos sólidos, tratamiento biológico de residuos sólidos, incineración e quema abierta de residuos y tratamiento y disposición de aguas residuales*. Por este motivo, no es necesario incluir la estimación de emisiones de la categoría 5.E, pues no se identificaron actividades que puedan reportarse en la misma.

8. Emisiones indirectas de CO₂ y N₂O

En la presente edición no se estimaron emisiones indirectas de CO₂ y N₂O.

9. Nuevos cálculos y mejoras

En la presente edición de ciclo de inventario se realizaron mejoras significativas en la calidad del inventario:

Transparencia: Siguiendo el Formato de la Red de Transparencia CBIT-GSP, se incluyen secciones específicas en cada categoría en donde se describen la metodología, ecuaciones, datos de actividad, parámetros y factores de emisión utilizados, así como la justificación de la utilización de estos.

Exhaustividad: Se realizaron talleres de validación con actores clave en donde se identificaron las actividades que ocurren en el país con generación de GEI. Todas las categorías /subcategorías identificadas fueron reportadas en línea con las Directrices del IPCC del 2006, con un valor o una clave de notación. En este sentido se avanzó de forma significativa en la estimación de categorías que no eran estimadas en inventarios previos.

Coherencia: Por primera vez República Dominicana calcula una serie anual completa. Todas las categorías/subcategorías fueron calculadas en línea con las Directrices el IPCC, utilizando los mismos métodos y fuente o utilizando una técnica de empalme adecuada. Para algunas categorías persisten series con diferentes fuentes de información, en esos casos se analiza las tendencias para verificar que el cambio de fuente no influya en la variación de emisiones.

Exactitud: Se detectaron una serie de errores en el 1 BUR que fueron subsanados en la presente edición. Se revisaron y calcularon todos los años, categorías y fuentes del inventario. En las planillas de cálculo y compilación se programaron controles automáticos (minigráficos, verificación cruzada etc). Adicionalmente se realizaron talleres de validación de datos y de resultados con los actores clave de cada sector.

Comparabilidad: Para asegurar la comparabilidad se utilizaron los formatos de documento y reporte de la Red de Transparencia CBIT-GSP en base las MDP y CRT y se utiliza el PCA 100 AR5.

Tabla 9. 1

Nuevos cálculos: Comparativa de emisiones con el 1 BUR (kton CO₂ eq) para el año 2015

<i>Emisiones (kt CO₂ eq)</i>	<i>Energía</i>	<i>IPPU</i>	<i>Agricultura</i>	<i>UTCUTS</i>	<i>Residuos</i>
INGEI 1 BUR	22.325,3	2.892,6	5.955,4	-10.851,8	7.430,9
INGEI actual	21.331,0	3.015,7	6.598,9	-5.456,3	4.313,8
Diferencia	-994,3	123,1	643,5	5.395,5	-3.117,1
Diferencia (%)	-4,5%	4,3%	10,8%	-49,7%	-41,9%

Fuente: elaboración propia

Nota: los valores del 1 BUR fueron estimados con PCA 100 AR5 para la comparativa

Se identificaron como mejoras transversales para el próximo ciclo:

- Fortalecimiento de arreglos institucionales relativos a la operativa, roles y recursos, que permitan la ejecución continua de un ciclo de INGEI.
- Planificación del ciclo de INGEI, en base al calendario de presentación de Informes Bienales de Transparencia y Comunicaciones Nacionales futuras, incluyendo comunicaciones a los proveedores de información.

-
- Fortalecimiento de la capacidad de ejecución de los proyectos que financian la elaboración de los INGEI, así como la implementación de sus mejoras.
 - Elaborar hojas de ruta con las mejoras identificadas, que permitan la planificación y ejecución de estas, especialmente para las categorías principales.
 - Diseño e implementación de un sistema de archivo y documentación sostenible.

Anexos

Anexo 1: Categorías principales

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, en la medida de lo posible, las categorías principales deben recibir una consideración especial en cuanto a tres aspectos importantes del inventario:

- La identificación de las categorías principales en los inventarios nacionales permite priorizar los recursos limitados disponibles para elaborarlos. Es una buena práctica orientar los recursos disponibles a la mejora de los datos y los métodos destinados a las categorías identificadas como principales.
- Deben seleccionarse métodos de nivel superior más detallados para las categorías principales. Se deben utilizar métodos específicos por categoría de acuerdo con los descritos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Constituye una buena práctica prestar atención extra a las categorías principales respecto de la garantía de calidad y el control de calidad (GC/CC).
- Constituye una buena práctica identificar las categorías principales nacionales de forma sistemática y objetiva, realizando un análisis cuantitativo de las relaciones que existen entre el nivel y la tendencia de las emisiones y absorciones de cada categoría, y las emisiones y absorciones nacionales totales.

República Dominicana realizó el análisis de categorías principales para los años 1998 y 2022, así como para la tendencia 1998-2022, tanto incluyendo como excluyendo al sector UTCUTS, y aplicando el Método 1, de acuerdo con las directrices del IPCC. En el marco del primer informe elaborado bajo el Marco de Transparencia Reforzado (MTR), el país aplicó flexibilidad sobre el requisito establecido en el párrafo 25 del Anexo de la Decisión 18/CMA.1, que permite a los países en desarrollo que lo necesiten utilizar un umbral inferior al 95 % —no menor al 85 %— para la identificación de categorías principales. En este análisis se adoptó un umbral del 85 %, priorizando la consistencia de la serie temporal y la identificación de las fuentes con mayor contribución a las emisiones nacionales.

Los esfuerzos del país en la mejora de los datos de actividad, parámetros y factores de emisión se centran en las categorías identificadas como principales. Adicionalmente, esta información es utilizada en la definición y elaboración de medidas de mitigación tendientes a disminuir las emisiones nacionales.

Tabla Anexo Categorías Principales: Nivel 2022

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2	7325,231	7325,231	0,111108485	0,11
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	7159,8	7159,8	0,108599242	0,22
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	-6.134,5979121	6134,597912	0,093049063	0,31
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	5307,212	5307,212	0,080499344	0,39
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	5228,423971	5228,423971	0,079304293	0,47
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	4463,134976	4463,134976	0,067696455	0,54
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO2	-3775,82025	3775,82025	0,057271323	0,60
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	3.713,2	3713,171325	0,056321069	0,65
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO2	2979,811401	2979,811401	0,045197528	0,70
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2	2945,067	2945,067	0,044670528	0,74
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	2383	2383	0,036145143	0,78
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	2.360,1	2360,138537	0,035798382	0,82
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	1929,268266	1929,268266	0,029263	0,84
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1524,3	1524,3	0,023120	0,87
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	830,7403472	830,7403472	0,012601	0,88
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	608,4434862	608,4434862	0,009229	0,89
3.C.1.	Irrigadas	CH4	579,8417964	579,8417964	0,008795	0,90
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4	495,152	495,152	0,007510	0,91
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2	411,97141	411,97141	0,006249	0,91
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	403,7916358	403,7916358	0,006125	0,92
2.A.2.	Producción de cal	CO2	394,808625	394,808625	0,005988	0,92
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	390,023	390,023	0,005916	0,93
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2	334,804	334,804	0,005078	0,94
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	315,9003184	315,9003184	0,004792	0,94
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO2	-271,378703	271,378703	0,004116	0,94
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	220,000822	220,000822	0,003337	0,95
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	197,8952671	197,8952671	0,003002	0,95
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	188,0355444	188,0355444	0,002852	0,95

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
3.A.4.e.	Equinos	CH4	183,936312	183,936312	0,002790	0,96
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	CO2	182,4734952	182,4734952	0,002768	0,96
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO2	-182,0663498	182,0663498	0,002762	0,96
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	154,1709336	154,1709336	0,002338	0,96
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	146,748	146,748	0,002226	0,97
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	137,312	137,312	0,002083	0,97
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	134,912	134,912	0,002046	0,97
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	133,9885498	133,9885498	0,002032	0,97
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	105,2829835	105,2829835	0,001597	0,97
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	104,923	104,923	0,001591	0,98
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO2	-99,57306351	99,57306351	0,001510	0,98
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	CO2	-97,41309085	97,41309085	0,001478	0,98
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	92,41587385	92,41587385	0,001402	0,98
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO2	90,19958975	90,19958975	0,001368	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	89,74	89,74	0,001361	0,98
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	88,55403491	88,55403491	0,001343	0,98
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	85,41792	85,41792	0,001296	0,99
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	76,055	76,055	0,001154	0,99
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	66,30663081	66,30663081	0,001006	0,99
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO2	-65,99150209	65,99150209	0,001001	0,99
3.B.3.	Porcinos	N2O	62,85123775	62,85123775	0,000953	0,99
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO2	-57,19788438	57,19788438	0,000868	0,99
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	55,77037034	55,77037034	0,000846	0,99
3.H.	Aplicación de urea	CO2	54,42139355	54,42139355	0,000825	0,99
3.A.2.	Ovinos	CH4	36,4182	36,4182	0,000552	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	31,91048	31,91048	0,000484	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	N2O	30,21	30,21	0,000458	0,99
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO2	29,52212191	29,52212191	0,000448	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	26,28412897	26,28412897	0,000399	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	25,41778438	25,41778438	0,000386	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
3.B.3.	Porcinos	CH4	24,52065633	24,52065633	0,000372	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	23,1	23,07612075	0,000350	1,00
3.B.4.e.	Equinos	CH4	22,38	22,37891796	0,000339	1,00
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	CH4	19,78181392	19,78181392	0,000300	1,00
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	17	17	0,000258	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	13,8	13,8	0,000209	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	13,52888205	13,52888205	0,000205	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	13,04784658	13,04784658	0,000198	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	12,26032816	12,26032816	0,000186	1,00
4.G.	Productos de madera recolectada	CO2	-11,30750781	11,30750781	0,000172	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	11	11	0,000167	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	10,9	10,9	0,000165	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	10,6	10,6	0,000161	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	10,2501504	10,2501504	0,000155	1,00
2.C.6.	Producción de cinc	CO2	9,433684	9,433684	0,000143	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	8,425637101	8,425637101	0,000128	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	8,32	8,32	0,000126	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	8,208928455	8,208928455	0,000125	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	7,315	7,315	0,000111	1,00
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	NO2	6,819321745	6,819321745	0,000103	1,00
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	-6,386122774	6,386122774	0,000097	1,00
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	CO2	-6,32885562	6,32885562	0,000096	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	6	6	0,000091	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	5,749939042	5,749939042	0,000087	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	5,547997546	5,547997546	0,000084	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CO2	5,3800000	5,38	0,000082	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	5,3	5,3	0,000080	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	4,385281007	4,385281007	0,000067	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	3,444	3,444	0,000052	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	2,4	2,4	0,000036	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CH4	2,128	2,128	0,000032	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4	1,6	1,6	0,000024	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	1,6	1,6	0,000024	1,00
3.B.2.	Ovinos	CH4	1,456728	1,456728	0,000022	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,40406112	1,40406112	0,000021	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O	1,325	1,325	0,000020	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	1,232	1,232	0,000019	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	1,15	1,15	0,000017	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	CO2	1,007	1,007	0,000015	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	0,8	0,8	0,000012	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,8	0,8	0,000012	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,606044967	0,606044967	0,000009	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N2O	0,3	0,3	0,000005	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,3	0,265	0,000004	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	0,26	0,26	0,000004	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH4	0,2	0,2	0,000003	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,14	0,14	0,000002	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,102940933	0,102940933	0,000002	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,03	0,03	0,000000	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	0,000000	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	N2O	0,0265000	0,0265	0,000000	1,00
2.G.3.	N2O de usos de productos	N2O	0,017668875	0,017668875	0,000000	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CH4	0,0134400	0,01344	0,000000	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	N2O	0,0000689	0,0000689	0,000000	1,00

TOTAL

44.513

65.928,6

Tabla Anexo Categorías Principales: Nivel 1998

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	-9084,062102	9084,062102	0,271432334	0,27
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	8936,143972	0,267012531	0,54
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	4685,587709	0,140005649	0,68
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	2945,095496	2945,095496	0,087999634	0,77
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	1249,392325	0,037331919	0,80
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	1006,69646	0,030080152	0,83
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	992,8718342	0,029667071	0,86
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	929,6	0,027776505	0,89
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	421,5605448	421,5605448	0,012596255	0,90
3.C.1.	Irrigadas	CH4	325,6930144	325,6930144	0,009731727	0,91
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	280,3	280,3045564	0,008375517	0,92
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	264,6	264,6083467	0,007906514	0,93
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	245,4486486	245,4486486	0,007334021	0,94
3.A.4.e.	Equinos	CH4	166,32	166,32	0,004969652	0,94
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	143,7	0,004293765	0,95
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	128,685919	128,685919	0,003845143	0,95
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	123,2	0,003681224	0,95
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	110,3	0,003295771	0,96
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	98,84	98,84	0,002953345	0,96
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	98,36590001	98,36590001	0,002939179	0,96
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	83,5050186	83,5050186	0,002495135	0,97
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	80,71	0,00241162	0,97
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	79,49086933	79,49086933	0,002375192	0,97
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	78,26	78,26	0,002338414	0,97
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	70,71581812	0,002112993	0,97
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	67,92012404	0,002029457	0,98
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	63,72180481	63,72180481	0,001904011	0,98
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	55,41903197	0,001655924	0,98

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	54,8	0,001637427	0,98
3.B.3.	Porcinos	N2O	54,02398673	54,02398673	0,00161424	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	53,2	0,001589619	0,99
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	52,59099099	52,59099099	0,001571422	0,99
4.G.	Productos de madera recolectada	CO2	45,38190745	45,38190745	0,001356014	0,99
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	30,8820773	30,8820773	0,000922758	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	28,2	28,17633758	0,000841911	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	25,2	25,2	0,000752978	0,99
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	CH4	22,2985809	22,2985809	0,000666283	0,99
3.B.3.	Porcinos	CH4	21,07681025	21,07681025	0,000629776	0,99
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	20,2356	0,000604641	0,99
3.A.2.	Ovinos	CH4	18,9	18,9	0,000564733	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	18,55	0,000554275	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	18,38193262	0,000549253	0,99
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	17,69070779	17,69070779	0,000528599	0,99
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	15,9	0,000475093	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	14,29	14,29	0,000426986	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	12,38488895	0,000370061	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	12,10388198	0,000361665	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	10,53840512	10,53840512	0,000314888	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	9,81443932	0,000293256	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	9,8	0,000292825	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	9,3912	0,00028061	1,00
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	NO2	7,686918814	7,686918814	0,000229686	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	7,530850969	0,000225022	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	6,9	6,922292267	0,000206839	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	6,818018017	6,818018017	0,000203723	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	5,9813097	0,000178722	1,00
2.A.2.	Producción de cal	CO2	5,6	5,574576372	0,000166569	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	4,7399058	0,000141629	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
3.H.	Aplicación de urea	CO2	4,465414983	4,465414983	0,000133427	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	4,2	4,184515	0,000125034	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	3,997212641	3,997212641	0,000119437	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	3,318703493	9,91631E-05	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	2,41	2,41	7,20109E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	2,2848	6,827E-05	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	1,855	1,855	5,54275E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	1,770995	5,29174E-05	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,1088	1,1088	3,3131E-05	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	1,06	3,16729E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	0,84	2,50993E-05	1,00
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,756	0,756	2,25893E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	0,53	1,58364E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	0,4505	1,3461E-05	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,41	0,4094	1,22329E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	0,308	9,20306E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,1272	0,1272	3,80074E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	0,084	2,50993E-06	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,0567789	0,0567789	1,69656E-06	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	8,36642E-07	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,00286	0,00286	8,5457E-08	1,00

TOTAL

15.299	33.467,1

Tabla Anexo Categorías Principales: Nivel 2022 sin UTCUTS

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2	7325,231	7325,231	0,158309532	0,16
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	7159,8	7159,8	0,154734313	0,31
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	5307,212	5307,212	0,114697031	0,43
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	4463,134976	4.463,1	0,096455226	0,52
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	3.713,2	3713,171325	0,080247355	0,60
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2	2945,067	2.945,1	0,063647437	0,67
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	2383	2.383,0	0,051500303	0,72
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	2.360,1	2.360,1	0,051006231	0,77
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	1929,268266	1.929,3	0,041694461	0,81
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1524,3	1.524,3	0,032942472	0,85
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	830,7403472	830,7	0,017953579	0,86
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	608,4434862	608,4	0,013149401	0,88
3.C.1.	Irrigadas	CH4	579,8417964	579,8	0,012531275	0,89
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4	495,152	495,2	0,010700998	0,90
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	403,7916358	403,7916358	0,00872656	0,91
2.A.2.	Producción de cal	CO2	394,808625	394,808625	0,008532423	0,92
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	390,023	390,0	0,008428998	0,93
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2	334,804	334,804	0,00723563	0,93
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	315,9003184	315,9003184	0,006827093	0,94
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	220,000822	220,000822	0,004754557	0,94
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	197,8952671	197,8952671	0,004276822	0,95
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	188,0355444	188,0355444	0,004063738	0,95
3.A.4.e.	Equinos	CH4	183,936312	183,9	0,003975147	0,96
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	154,1709336	154,1709336	0,003331871	0,96
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	146,748	146,7	0,003171145	0,96
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	137,312	137,312	0,002967524	0,97
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	134,912	134,9	0,002915656	0,97

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	133,9885498	134,0	0,002895699	0,97
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	105,2829835	105,3	0,002275328	0,97
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	104,923	104,923	0,002267548	0,98
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	92,41587385	92,41587385	0,001997249	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	89,74	89,7	0,00193942	0,98
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	88,55403491	88,6	0,001913789	0,98
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	85,41792	85,41792	0,001846013	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	76,055	76,055	0,001643666	0,99
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	66,30663081	66,30663081	0,001432988	0,99
3.B.3.	Porcinos	N2O	62,85123775	62,9	0,001358312	0,99
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	55,77037034	55,77037034	0,001205284	0,99
3.H.	Aplicación de urea	CO2	54,42139355	54,4	0,00117613	0,99
3.A.2.	Ovinos	CH4	36,4182	36,4182	0,000787053	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	31,91048	31,91048	0,000689635	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	N2O	30,21	30,21	0,000652885	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	26,28412897	26,28412897	0,000568041	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	25,41778438	25,41778438	0,000549317	0,99
3.B.3.	Porcinos	CH4	24,52065633	24,52065633	0,000529929	0,99
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	23,1	23,07612075	0,000498711	1,00
3.B.4.e.	Equinos	CH4	22,38	22,4	0,000483643	1,00
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	17	17	0,000367396	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	13,8	13,8	0,000298239	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	13,52888205	13,5	0,00029238	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	13,04784658	13,04784658	0,000281984	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	12,26032816	12,3	0,000264965	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	11	11,0	0,000237727	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	10,9	10,9	0,000235566	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	10,6	10,6	0,000229082	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	10,2501504	10,2501504	0,000221522	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
2.C.6.	Producción de cinc	CO2	9,433684	9,4	0,000203876	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	8,425637101	8,4	0,000182091	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	8,32	8,32	0,000179808	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	8,208928455	8,208928455	0,000177408	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	7,315	7,315	0,000158088	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	6	6,0	0,000129669	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	5,749939042	5,7	0,000124265	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	5,547997546	5,547997546	0,000119901	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CO2	5,3800000	5,4	0,00011627	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	5,3	5,3	0,000114541	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	4,385281007	4,385281007	9,47727E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	3,444	3,444	7,44301E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	2,4	2,4	5,18677E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CH4	2,128	2,1	4,59894E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4	1,6	1,6	3,45785E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	1,6	1,6	3,45785E-05	1,00
3.B.2.	Ovinos	CH4	1,456728	1,456728	3,14821E-05	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,40406112	1,40406112	3,03439E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O	1,325	1,325	2,86353E-05	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	1,232	1,2	2,66254E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	1,15	1,15	2,48533E-05	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	CO2	1,007	1,007	2,17628E-05	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	0,8	0,8	1,72892E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,8	0,8	1,72892E-05	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,606044967	0,6	1,30976E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N2O	0,3	0,3	6,48346E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,3	0,3	5,72706E-06	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	0,26	0,3	5,619E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH4	0,2	0,2	4,32231E-06	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 2022	Acumulativo
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,14	0,14	3,02562E-06	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,102940933	0,102940933	2,22471E-06	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,03	0,03	6,48346E-07	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	6,05123E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	N2O	0,0265000	0,0265	5,72706E-07	1,00
2.G.3.	N2O de usos de productos	N2O	0,017668875	0,017668875	3,81852E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CH4	0,0134400	0,01344	2,90459E-07	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	N2O	0,0000689	0,0000689	1,48904E-09	1,00

TOTAL

46.272	46.272

Tabla Anexo Categorías Principales: Nivel 1998 sin UTCUTS

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (ktCO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	8936,143972	0,367626003	0,37
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	4685,587709	0,192761429	0,56
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	2945,095496	2945,095496	0,121158935	0,68
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	1249,392325	0,051399027	0,73
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	1006,69646	0,041414708	0,77
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	992,8718342	0,040845974	0,82
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	929,6	0,03824302	0,85
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	421,5605448	421,5605448	0,017342672	0,87
3.C.1.	Irrigadas	CH4	325,6930144	325,6930144	0,013398757	0,88
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	280,3	280,3045564	0,011531511	0,90
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	264,6	264,6083467	0,010885781	0,91
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	245,4486486	245,4486486	0,010097566	0,92
3.A.4.e.	Equinos	CH4	166,32	166,32	0,006842275	0,92
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	143,7	0,005911706	0,93
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	128,685919	128,685919	0,005294038	0,93
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	123,2	0,005068352	0,94
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	110,3	0,004537656	0,94
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	98,84	98,84	0,004066201	0,95
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	98,36590001	98,36590001	0,004046697	0,95
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	83,5050186	83,5050186	0,003435331	0,96
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	80,71	0,003320347	0,96
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	79,49086933	79,49086933	0,003270192	0,96
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	78,26	78,26	0,003219555	0,97
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	70,71581812	0,002909194	0,97
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	67,92012404	0,002794181	0,97
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	63,72180481	63,72180481	0,002621465	0,97
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	55,41903197	0,002279896	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	54,8	0,002254429	0,98

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (ktCO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
3.B.3.	Porcinos	N2O	54,02398673	54,02398673	0,002222505	0,98
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	53,2	0,002188607	0,98
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	52,59099099	52,59099099	0,002163552	0,99
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	30,8820773	30,8820773	0,001270465	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	28,2	28,17633758	0,001159153	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	25,2	25,2	0,001036708	0,99
3.B.3.	Porcinos	CH4	21,07681025	21,07681025	0,000867084	0,99
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	20,2356	0,000832477	0,99
3.A.2.	Ovinos	CH4	18,9	18,9	0,000777531	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	18,55	0,000763133	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	18,38193262	0,000756218	0,99
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	17,69070779	17,69070779	0,000727782	0,99
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	15,9	0,000654114	0,99
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	14,29	14,29	0,000587879	0,99
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	12,38488895	0,000509505	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	12,10388198	0,000497944	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	10,53840512	10,53840512	0,000433542	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	9,81443932	0,000403758	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	9,8	0,000403164	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	9,3912	0,000386347	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	7,530850969	0,000309813	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	6,9	6,922292267	0,000284778	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	6,818018017	6,818018017	0,000280488	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	5,9813097	0,000246066	1,00
2.A.2.	Producción de cal	CO2	5,6	5,574576372	0,000229334	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	4,7399058	0,000194996	1,00
3.H.	Aplicación de urea	CO2	4,465414983	4,465414983	0,000183704	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	4,2	4,184515	0,000172148	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	3,997212641	3,997212641	0,000164442	1,00

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (ktCO2 eq)	Nivel 1998	Acumulativo
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	3,318703493	0,000136529	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	2,41	2,41	9,91455E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	2,2848	9,39949E-05	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	1,855	1,855	7,63133E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	1,770995	7,28574E-05	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,1088	1,1088	4,56152E-05	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	1,06	4,36076E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	0,84	3,45569E-05	1,00
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,756	0,756	3,11013E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	0,53	2,18038E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	0,4505	1,85332E-05	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,41	0,4094	1,68424E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	0,308	1,26709E-05	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,1272	0,1272	5,23291E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	0,084	3,45569E-06	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,0567789	0,0567789	2,33584E-06	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	1,1519E-06	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,00286	0,00286	1,17658E-07	1,00

TOTAL

24.307,5	24.307,5

Tabla Anexo Categorías Principales: Tendencia (1998-2022)

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	5307,212	8936,143972	5307,212	0,267012531	0,618293968	0,243427692	0,24
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	-9084,062102	-6134,597912	9084,062102	6134,597912	0,271432334	0,430170714	0,169361937	0,41
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2		7325,231	0	7325,231	0	0,218878353	0,086174304	0,50
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	7159,8	4685,587709	7159,8	0,140005649	0,193411606	0,076147825	0,58
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2		5228,423971	0	5228,423971	0	0,15622563	0,061507384	0,64
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	2945,095496	3713,171325	2945,095496	3713,171325	0,087999634	0,145085422	0,057121388	0,69
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO2		-3775,82025	0	3775,82025	0	0,112821741	0,044418897	0,74
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO2		2979,811401	0	2979,811401	0	0,089036948	0,035054618	0,77
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2		2945,067	0	2945,067	0	0,087998783	0,034645883	0,81
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	403,7916358	992,8718342	403,7916358	0,029667071	0,074251118	0,029233308	0,84
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	0	2360,138537	0	2360,138537	0	0,070521085	0,027764762	0,86
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	1524,3	1006,69646	1524,3	0,030080152	0,041972118	0,016524787	0,88
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	280,3045564	1929,268266	280,3045564	1929,268266	0,008375517	0,033278061	0,013101861	0,89
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	4463,134976	1249,392325	4463,134976	0,037331919	0,024741412	0,009740908	0,90
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	421,5605448	608,4434862	421,5605448	608,4434862	0,012596255	0,018468514	0,007271214	0,91
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4		495,152	0	495,152	0	0,014795172	0,005824987	0,92
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	264,6083467	315,9003184	264,6083467	315,9003184	0,007906514	0,013564905	0,005340621	0,92
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2		411,97141	0	411,97141	0	0,012309731	0,004846448	0,93
2.A.2.	Producción de cal	CO2	5,574576372	394,808625	5,574576372	394,808625	0,000166569	0,011312274	0,00445374	0,93
3.C.1.	Irrigadas	CH4	325,6930144	579,8417964	325,6930144	579,8417964	0,009731727	0,010988782	0,004326379	0,94
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2		334,804	0	334,804	0	0,010003964	0,003938647	0,94
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	2383	929,6	2383	0,027776505	0,009611642	0,003784187	0,94
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	104,923	143,7	104,923	0,004293765	0,009357616	0,003684175	0,95
3.A.4.e.	Equinos	CH4	166,32	183,936312	166,32	183,936312	0,004969652	0,008963189	0,003528885	0,95
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO2		-271,378703	0	271,378703	0	0,008108812	0,00319251	0,95
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	146,748	123,2	146,748	0,003681224	0,006325692	0,00249048	0,96
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	CO2		182,4734952	0	182,4734952	0	0,005452319	0,002146625	0,96
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO2		-182,0663498	0	182,0663498	0	0,005440154	0,002141836	0,96
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	128,685919	197,8952671	128,685919	197,8952671	0,003845143	0,005274333	0,002076551	0,96
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	17,69070779	220,000822	17,69070779	220,000822	0,000528599	0,005035676	0,001982589	0,97

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	98,84	137,312	98,84	137,312	0,002953345	0,004489876	0,001767703	0,97
4.G.	Productos de madera recolectada	CO2	45,38190745	-11,30750781	45,38190745	11,30750781	0,001356014	0,004283197	0,001686332	0,97
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	78,26	85,41792	78,26	85,41792	0,002338414	0,004251329	0,001673785	0,97
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	83,5050186	105,2829835	83,5050186	105,2829835	0,002495135	0,004113741	0,001619616	0,97
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	25,41778438	55,41903197	25,41778438	0,001655924	0,004058431	0,00159784	0,97
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	245,4486486	830,7403472	245,4486486	830,7403472	0,007334021	0,003484217	0,001371766	0,97
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	88,55403491	67,92012404	88,55403491	0,002029457	0,003258713	0,001282983	0,98
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	134,912	80,71	134,912	0,00241162	0,002985436	0,001175392	0,98
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO2		-99,57306351	0	99,57306351	0	0,002975249	0,001171381	0,98
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	98,36590001	188,0355444	98,36590001	188,0355444	0,002939179	0,002933037	0,001154762	0,98
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	CO2		-97,41309085	0	97,41309085	0	0,002910709	0,001145971	0,98
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	79,49086933	133,9885498	79,49086933	133,9885498	0,002375192	0,002907043	0,001144528	0,98
3.B.3.	Porcinos	N2O	54,02398673	62,85123775	54,02398673	62,85123775	0,00161424	0,002818638	0,001109722	0,98
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	63,72180481	92,41587385	63,72180481	92,41587385	0,001904011	0,002778335	0,001093855	0,98
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO2		90,19958975	0	90,19958975	0	0,002695169	0,001061111	0,99
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	52,59099099	66,30663081	52,59099099	66,30663081	0,001571422	0,002590811	0,001020025	0,99
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	76,055	54,8	76,055	0,001637427	0,002491572	0,000980953	0,99
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	390,023	110,3	390,023	0,003295771	0,002064856	0,000812952	0,99
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO2		-65,99150209	0	65,99150209	0	0,00197183	0,000776327	0,99
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	89,74	53,2	89,74	0,001589619	0,001943565	0,000765199	0,99
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO2		-57,19788438	0	57,19788438	0	0,001709076	0,000672878	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	28,17633758	26,28412897	28,17633758	26,28412897	0,000841911	0,00166417	0,000655198	0,99
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	154,1709336	70,71581812	154,1709336	0,002112993	0,001541123	0,000606753	0,99
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	CH4	22,2985809	19,78181392	22,2985809	19,78181392	0,000666283	0,001347471	0,000530511	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	8,425637101	18,38193262	8,425637101	0,000549253	0,001346296	0,000530048	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	10,9	18,55	10,9	0,000554275	0,001286973	0,000506692	0,99
3.H.	Aplicación de urea	CO2	4,465414983	54,42139355	4,465414983	54,42139355	0,000133427	0,001237909	0,000487375	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	25,2	31,91048	25,2	31,91048	0,000752978	0,001237303	0,000487137	0,99
3.B.3.	Porcinos	CH4	21,07681025	24,52065633	21,07681025	24,52065633	0,000629776	0,001099658	0,000432945	0,99
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	22,37891796	20,2356	22,37891796	0,000604641	0,001090521	0,000429348	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	14,29	7,315	14,29	7,315	0,000426986	0,001023745	0,000403057	1,00
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	30,8820773	55,77037034	30,8820773	55,77037034	0,000922758	0,001018346	0,000400932	1,00

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	N2O		30,21	0	30,21	0	0,000902677	0,000355392	1,00
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	5,547997546	12,10388198	5,547997546	0,000361665	0,00088649	0,000349019	1,00
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO2		29,52212191	0	29,52212191	0	0,000882123	0,000347299	1,00
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	17	15,9	17	0,000475093	0,000874323	0,000344229	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	10,6	12,38488895	10,6	0,000370061	0,000759966	0,000299205	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	6	9,8	6	0,000292825	0,000672694	0,000264845	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	8,32	9,81443932	8,32	0,000293256	0,000604627	0,000238047	1,00
3.A.2.	Ovinos	CH4	18,9	36,4182	18,9	36,4182	0,000564733	0,000554915	0,000218475	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	10,53840512	12,26032816	10,53840512	12,26032816	0,000314888	0,000549829	0,000216472	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	10,2501504	9,3912	10,2501504	0,00028061	0,000510159	0,000200854	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	6,922292267	4,385281007	6,922292267	4,385281007	0,000206839	0,000470765	0,000185344	1,00
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	NO2	7,686918814	6,819321745	7,686918814	6,819321745	0,000229686	0,000464509	0,000182881	1,00
2.C.6.	Producción de cinc	CO2	0	9,433684	0	9,433684	0	0,000281879	0,000110978	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	13,04784658	7,530850969	13,04784658	0,000225022	0,000264833	0,000104267	1,00
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2		-6,386122774	0	6,386122774	0	0,000190818	7,51266E-05	1,00
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	CO2		-6,32885562	0	6,32885562	0	0,000189107	7,44529E-05	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	2,41	1,232	2,41	1,232	7,20109E-05	0,000172704	6,7995E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CO2		5,38	0	5,38	0	0,000160755	6,32905E-05	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	1,855	0,26	1,855	0,26	5,54275E-05	0,000153498	6,04334E-05	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	4,184515	8,208928455	4,184515	8,208928455	0,000125034	0,000118502	4,66554E-05	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	5,749939042	3,318703493	5,749939042	9,91631E-05	0,000116707	4,59484E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	13,8	5,9813097	13,8	0,000178722	0,000107647	4,23816E-05	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	6,818018017	23,07612075	6,818018017	23,07612075	0,000203723	9,67838E-05	3,81046E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	3,444	2,2848	3,444	6,827E-05	9,57247E-05	3,76877E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	11	4,7399058	11	0,000141629	8,33884E-05	3,28307E-05	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	0,8	1,06	0,8	3,16729E-05	6,82483E-05	2,68699E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CH4		2,128	0	2,128	0	6,35848E-05	2,50339E-05	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	3,997212641	13,52888205	3,997212641	13,52888205	0,000119437	5,67416E-05	2,23397E-05	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,1088	1,40406112	1,1088	1,40406112	3,3131E-05	5,44414E-05	2,1434E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4		1,6	0	1,6	0	4,78081E-05	1,88225E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O		1,325	0	1,325	0	3,95911E-05	1,55874E-05	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	CO2		1,007	0	1,007	0	3,00892E-05	1,18464E-05	1,00

Código	Categorías IPCC 2006	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,756	1,456728	0,756	1,456728	2,25893E-05	2,21966E-05	8,73899E-06	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	0,8	0,53	0,8	1,58364E-05	2,21721E-05	8,72935E-06	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,4094	0,606044967	0,4094	0,606044967	1,22329E-05	1,7483E-05	6,88321E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N2O		0,3	0	0,3	0	8,96402E-06	3,52921E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	1,6	0,4505	1,6	1,3461E-05	8,64337E-06	3,40297E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	1,15	0,308	1,15	9,20306E-06	7,58574E-06	2,98657E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH4		0,2	0	0,2	0	5,97601E-06	2,35281E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	5,3	1,770995	5,3	5,29174E-05	4,40087E-06	1,73266E-06	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,0567789	0,03	0,0567789	0,03	1,69656E-06	4,03974E-06	1,59048E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,1272	0,265	0,1272	0,265	3,80074E-06	3,14006E-06	1,23627E-06	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	0,14	0,084	0,14	2,50993E-06	3,11943E-06	1,22815E-06	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,00286	0,102940933	0,00286	0,102940933	8,5457E-08	2,82724E-06	1,11311E-06	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	0,028	0,028	8,36642E-07	1,59757E-06	6,28977E-07	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	2,4	0,84	2,4	2,50993E-05	1,3142E-06	5,17413E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	N2O		0,0265	0	0,0265	0	7,91822E-07	3,11747E-07	1,00
2.G.3.	N2O de usos de productos	N2O	0	0,017668875	0	0,017668875	0	5,27947E-07	2,07857E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CH4		0,01344	0	0,01344	0	4,01588E-07	1,58109E-07	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	N2O		0,0000689	0	0,0000689	0	2,05874E-09	8,10542E-10	1,00
TOTAL			15.299	44.513	33.467,1	65.928,6	1,0	2,5	1,0	

Tabla Anexo Categorías Principales: Tendencia (1998-2022) sin UTCUTS

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	5307,212	8936,143972	5307,212	0,367626003	0,481469635	0,311069225	0,31
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2		7325,231	0	7325,231	0	0,301354298	0,194699813	0,51
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2		2945,067	0	2945,067	0	0,121157762	0,07827794	0,58
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	0	2360,138537	0	2360,138537	0	0,097094261	0,062730927	0,65
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	4463,134976	1249,392325	4463,134976	0,051399027	0,085767919	0,055413173	0,70
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	2945,095496	3713,171325	2945,095496	3713,171325	0,121158935	0,077878319	0,050315839	0,75
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	7159,8	4685,587709	7159,8	0,192761429	0,072387522	0,046768329	0,80
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	403,7916358	992,8718342	403,7916358	0,040845974	0,061141761	0,039502637	0,84
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	280,3045564	1929,268266	280,3045564	1929,268266	0,011531511	0,057417481	0,037096444	0,88
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	2383	929,6	2383	0,03824302	0,025236252	0,016304707	0,89
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4		495,152	0	495,152	0	0,020370168	0,013160814	0,91
2.A.2.	Producción de cal	CO2	5,574576372	394,808625	5,574576372	394,808625	0,000229334	0,015805565	0,010211703	0,92
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	245,4486486	830,7403472	245,4486486	830,7403472	0,010097566	0,014954521	0,009661858	0,93
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	1524,3	1006,69646	1524,3	0,041414708	0,016127549	0,010419731	0,94
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2		334,804	0	334,804	0	0,013773576	0,00889887	0,94
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	17,69070779	220,000822	17,69070779	220,000822	0,000727782	0,007665274	0,004952401	0,95
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	390,023	110,3	390,023	0,004537656	0,007407467	0,004785837	0,95
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	264,6083467	315,9003184	264,6083467	315,9003184	0,010885781	0,007726024	0,004991651	0,96
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	421,5605448	608,4434862	421,5605448	608,4434862	0,017342672	0,007982212	0,005157169	0,96
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	104,923	143,7	104,923	0,005911706	0,006936934	0,004481833	0,97
3.A.4.e.	Equinos	CH4	166,32	183,936312	166,32	183,936312	0,006842275	0,005457797	0,003526189	0,97
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	146,748	123,2	146,748	0,005068352	0,003610897	0,002332938	0,97
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	25,41778438	55,41903197	25,41778438	0,002279896	0,003294288	0,002128383	0,98
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	78,26	85,41792	78,26	85,41792	0,003219555	0,002614643	0,001689276	0,98
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	83,5050186	105,2829835	83,5050186	105,2829835	0,003435331	0,002208156	0,001426652	0,98
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	98,84	137,312	98,84	137,312	0,004066201	0,002091415	0,001351227	0,98
3.H.	Aplicación de urea	CO2	4,465414983	54,42139355	4,465414983	54,42139355	0,000183704	0,00188916	0,001220554	0,98
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	128,685919	197,8952671	128,685919	197,8952671	0,005294038	0,00193635	0,001251042	0,98
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	88,55403491	67,92012404	88,55403491	0,002794181	0,001675893	0,001082766	0,98
3.B.3.	Porcinos	N2O	54,02398673	62,85123775	54,02398673	62,85123775	0,002222505	0,001645057	0,001062843	0,99

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	52,59099099	66,30663081	52,59099099	66,30663081	0,002163552	0,001390684	0,000898497	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	N2O		30,21	0	30,21	0	0,001242816	0,000802962	0,99
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	28,17633758	26,28412897	28,17633758	26,28412897	0,001159153	0,001125227	0,00072699	0,99
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	63,72180481	92,41587385	63,72180481	92,41587385	0,002621465	0,001188243	0,000767703	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	8,425637101	18,38193262	8,425637101	0,000756218	0,001092895	0,000706101	0,99
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	76,055	54,8	76,055	0,002254429	0,001162635	0,000751158	0,99
3.C.1.	Irrigadas	CH4	325,6930144	579,8417964	325,6930144	579,8417964	0,013398757	0,001651318	0,001066888	0,99
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	10,9	18,55	10,9	0,000763133	0,001004264	0,000648837	0,99
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	154,1709336	70,71581812	154,1709336	0,002909194	0,0008046	0,000519838	0,99
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	14,29	7,315	14,29	7,315	0,000587879	0,00081814	0,000528586	0,99
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	5,547997546	12,10388198	5,547997546	0,000497944	0,000719635	0,000464944	0,99
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	22,37891796	20,2356	22,37891796	0,000832477	0,000664032	0,00042902	0,99
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	134,912	80,71	134,912	0,003320347	0,000770359	0,000497716	0,99
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	25,2	31,91048	25,2	31,91048	0,001036708	0,000660681	0,000426855	1,00
3.B.3.	Porcinos	CH4	21,07681025	24,52065633	21,07681025	24,52065633	0,000867084	0,000641799	0,000414655	1,00
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	79,49086933	133,9885498	79,49086933	133,9885498	0,003270192	0,000712877	0,000460577	1,00
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	17	15,9	17	0,000654114	0,000545789	0,000352625	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	10,6	12,38488895	10,6	0,000509505	0,000533805	0,000344882	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	6	9,8	6	0,000403164	0,000520619	0,000336363	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	6,818018017	23,07612075	6,818018017	23,07612075	0,000280488	0,000415403	0,000268385	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	8,32	9,81443932	8,32	0,000403758	0,000426307	0,000275429	1,00
2.C.6.	Producción de cinc	CO2	0	9,433684	0	9,433684	0	0,000388094	0,000250741	1,00
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	89,74	53,2	89,74	0,002188607	0,000474346	0,000306467	1,00
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	6,922292267	4,385281007	6,922292267	4,385281007	0,000284778	0,000361689	0,000233681	1,00
3.A.3.	Porcinos	CH4	10,53840512	12,26032816	10,53840512	12,26032816	0,000433542	0,0003209	0,000207328	1,00
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	10,2501504	9,3912	10,2501504	0,000386347	0,000313757	0,000202713	1,00
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	3,997212641	13,52888205	3,997212641	13,52888205	0,000164442	0,000243539	0,000157347	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CO2		5,38	0	5,38	0	0,000221329	0,000142997	1,00
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	98,36590001	188,0355444	98,36590001	188,0355444	0,004046697	3,24396E-05	2,09587E-05	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	2,41	1,232	2,41	1,232	9,91455E-05	0,000138048	8,91901E-05	1,00
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	1,855	0,26	1,855	0,26	7,63133E-05	0,000134572	8,69446E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	13,8	5,9813097	13,8	0,000246066	9,9315E-05	6,41657E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	11	4,7399058	11	0,000194996	8,13416E-05	5,25534E-05	1,00

Código	Categorías	Gas	Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 1998 (kt CO2 eq)	ABS Emisiones /Remociones 2022 (kt CO2 eq)	Nivel 1998	Tendencia (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CH4		2,128	0	2,128	0	8,75443E-05	5,65608E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	5,3	1,770995	5,3	7,28574E-05	7,93483E-05	5,12656E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4		1,6	0	1,6	0	6,58228E-05	4,25269E-05	1,00
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	30,8820773	55,77037034	30,8820773	55,77037034	0,001270465	0,000124077	8,0164E-05	1,00
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O		1,325	0	1,325	0	5,45095E-05	3,52176E-05	1,00
3.A.2.	Ovinos	CH4	18,9	36,4182	18,9	36,4182	0,000777531	1,81261E-05	1,1711E-05	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	0,8	1,06	0,8	4,36076E-05	5,0099E-05	3,23681E-05	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	CO2		1,007	0	1,007	0	4,14272E-05	2,67654E-05	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	13,04784658	7,530850969	13,04784658	0,000309813	5,29751E-05	3,42263E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	2,4	0,84	2,4	3,45569E-05	3,29523E-05	2,12899E-05	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	3,444	2,2848	3,444	9,39949E-05	3,7243E-05	2,40621E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	1,6	0,4505	1,6	1,85332E-05	3,05434E-05	1,97335E-05	1,00
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,1088	1,40406112	1,1088	1,40406112	4,56152E-05	2,907E-05	1,87816E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	1,15	0,308	1,15	1,26709E-05	2,31901E-05	1,49827E-05	1,00
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	4,184515	8,208928455	4,184515	8,208928455	0,000172148	1,00126E-05	6,46899E-06	1,00
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	5,749939042	3,318703493	5,749939042	0,000136529	2,33451E-05	1,50829E-05	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N2O		0,3	0	0,3	0	1,23418E-05	7,9738E-06	1,00
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH4		0,2	0	0,2	0	8,22784E-06	5,31587E-06	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	0,8	0,53	0,8	2,18038E-05	8,5938E-06	5,55231E-06	1,00
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,4094	0,606044967	0,4094	0,606044967	1,68424E-05	7,12857E-06	4,60565E-06	1,00
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,00286	0,102940933	0,00286	0,102940933	1,17658E-07	4,01094E-06	2,5914E-06	1,00
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,0567789	0,03	0,0567789	0,03	2,33584E-06	3,21227E-06	2,07539E-06	1,00
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,756	1,456728	0,756	1,456728	3,11013E-05	7,25046E-07	4,6844E-07	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,1272	0,265	0,1272	0,265	5,23291E-06	9,40651E-07	6,07739E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	N2O		0,0265	0	0,0265	0	1,09019E-06	7,04353E-07	1,00
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	0,028	0,028	1,1519E-06	1,04083E-06	6,72461E-07	1,00
2.G.3.	N2O de usos de productos	N2O	0	0,017668875	0	0,017668875	0	7,26884E-07	4,69627E-07	1,00
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	0,14	0,084	0,14	3,45569E-06	8,18688E-07	5,2894E-07	1,00
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CH4		0,01344	0	0,01344	0	5,52911E-07	3,57226E-07	1,00
1.B.2.b.	Gas Natural	N2O		0,0000689	0	0,0000689	0	2,83449E-09	1,83132E-09	1,00
TOTAL			24.307,5	46.272	24.307,5	46.272	1,0	1,5	1,0	

Anexo 2: Evaluación de la incertidumbre

La estimación de las incertidumbres de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero son un elemento esencial de un inventario de emisiones. Es importante aclarar que no están orientadas a cuestionar la validez de las estimaciones sino a ayudar a priorizar los esfuerzos. Las estimaciones de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) presentan incertidumbres debido principalmente a dos causas: i) los datos de actividad y ii) los factores de emisión.

Las incertidumbres en las emisiones de GEI son: función del gas, sector, subsector o actividad que se analice y varían significativamente en cada caso. En vista de ello este capítulo describe las incertidumbres por sector y, dentro de éstos, analiza individualmente los diferentes GEI.

Asimismo, en virtud de las diferentes magnitudes de las emisiones obtenidas para el nivel sectorial, sub-sectorial o de cada actividad, las respectivas incertidumbres influyen de diferente forma en la incertidumbre de las cifras totales nacionales en función de la métrica utilizada para agregar los gases de efecto invernadero.

El objeto de este análisis es identificar los sectores donde mayores esfuerzos deberán ser destinados para mejorar la exactitud de las estimaciones y orientar las decisiones sobre la elección de las metodologías de cálculos.

Este estudio se basa en incertidumbres de datos de actividad y factores de emisión, que corresponden a los recomendados por defecto en las Directrices del IPCC de 2006 y al conocimiento de especialistas sectoriales. La estimación de incertidumbre se realiza mediante el método de propagación de error.

La incertidumbre estimada para el INGEI 1998 es de +/- 16,2 % y para el INGEI 2022 es de +/- 15,3 %.

Con respecto a la tendencia contra el año base (INGEI 1998) se estima una incertidumbre de +/-57,0%.

Tabla Anexo Incertidumbres: 2022

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Emisiones o absorciones de 2022	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 2022	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\text{Raiz}(E^2+F^2)$	$(\text{GxD})^2/(\text{TotalD})^2$	Nota B	$\text{ABS}(\text{D}/\text{TotalC})$	IxF	$\text{JxExRaiz}(2)$	K^2+L^2
			kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%	%			%	%	%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	5307,212	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	134,47%	34,69%	6,72%	1,47%	0,47%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	6	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,15%	0,04%	0,22%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	10,9	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,28%	0,07%	0,42%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CO2		7325,231	3,00%	10,00%	10,44%	0,03%	47,88%	47,88%	4,79%	2,03%	0,27%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	CH4		2,128	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible sólido	N2O		30,21	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,20%	0,20%	0,30%	0,01%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CO2		2945,067	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	19,25%	19,25%	0,96%	0,82%	0,02%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	CH4		1,6	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible gaseoso	N2O		1,325	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	11	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,02%	0,07%	0,03%	0,00%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	13,8	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,02%	0,09%	0,04%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	2383	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	2,10%	15,58%	0,11%	0,66%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	2,4	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	5,3	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	390,023	3,00%	10,00%	10,44%	0,00%	0,45%	2,55%	0,05%	0,11%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	1,15	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	1,6	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CO2		334,804	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	2,19%	2,19%	0,11%	0,09%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	CH4		0,2	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible gaseoso	N2O		0,3	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	8,32	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,13%	0,05%	0,20%	0,00%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	10,6	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,17%	0,07%	0,25%	0,00%	0,00%
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	104,923	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	2,05%	0,69%	0,10%	0,03%	0,00%
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	0,028	3,00%	78,50%	78,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Emisiones o absorciones de 2022	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 2022	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\text{Raiz}(E^2+F^2)$	$(\text{GxD})^2/(\text{TotalD})^2$	Nota B	$\text{ABS}(\text{D}/\text{TotalC})$	$\text{Ix}F$	$\text{JxExRaiz}(2)$	K^2+L^2
			kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%	%			%	%	%
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	0,8	3,00%	110,00%	110,04%	0,00%	0,01%	0,01%	0,02%	0,00%	0,00%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	7159,8	3,00%	5,00%	5,83%	0,01%	42,18%	46,80%	2,11%	1,99%	0,08%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	89,74	3,00%	180,00%	180,02%	0,00%	0,43%	0,59%	0,77%	0,02%	0,01%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	76,055	3,00%	180,00%	180,02%	0,00%	0,55%	0,50%	0,98%	0,02%	0,01%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	1524,3	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%	9,18%	9,96%	0,46%	0,42%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	3,444	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,02%	0,02%	0,03%	0,00%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	0,8	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	146,748	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	1,38%	0,96%	2,08%	0,04%	0,04%
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	17	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%	0,19%	0,11%	0,29%	0,00%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CO2		5,38	3,00%	110,00%	110,04%	0,00%	0,04%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	CH4		0,01344	3,00%	110,00%	110,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible gaseoso	N2O		0,0265	3,00%	110,00%	110,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	134,912	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%	0,65%	0,88%	0,46%	0,06%	0,00%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	0,14	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N2O	0,1272	0,265	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH4	98,84	137,312	3,00%	75,00%	75,06%	0,00%	0,98%	0,90%	0,74%	0,04%	0,01%
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N2O	1,855	0,26	3,00%	75,00%	75,06%	0,00%	0,03%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	CO2	14,29	7,315	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%	0,22%	0,05%	0,20%	0,00%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	CH4	2,41	1,232	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%	0,04%	0,01%	0,03%	0,00%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	N2O	0,0567789	0,03	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.B.2.b.	Gas Natural	CO2		1,007	3,00%	100,00%	100,04%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
1.B.2.b.	Gas Natural	CH4		495,152	3,00%	100,00%	100,04%	0,01%	3,24%	3,24%	3,24%	0,14%	0,10%
1.B.2.b.	Gas Natural	N2O		0,0000689	3,00%	100,00%	100,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	280,3	1.929,3	1,50%	30,00%	30,04%	0,02%	7,28%	12,61%	2,18%	0,27%	0,05%
2.A.2.	Producción de cal	CO2	5,6	394,8	6,00%	2,00%	6,32%	0,00%	2,47%	2,58%	0,05%	0,22%	0,00%
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	6,9	4,4	4,24%	3,00%	5,19%	0,00%	0,10%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Emisiones o absorciones de 2022	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 2022	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\text{Raiz}(E^2+F^2)$	$(G \times D)^2 / (\text{TotalD})^2$	Nota B	$\text{ABS}(D / \text{TotalC})$	$I \times F$	$J \times \text{ExRaiz}(2)$	$K^2 + L^2$
			kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%	%			%	%	%
2.B.5.	Producción de carburo	CO2	0,41	0,61	5,00%	10,00%	11,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	264,6	315,9	5,00%	25,00%	25,50%	0,00%	2,97%	2,06%	0,74%	0,15%	0,01%
2.C.6.	Producción de cinc	CO2	0,0	9,4	10,00%	50,00%	50,99%	0,00%	0,06%	0,06%	0,03%	0,01%	0,00%
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	28,2	26,3	15,00%	50,10%	52,30%	0,00%	0,36%	0,17%	0,18%	0,04%	0,00%
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	4,2	8,2	15,00%	100,12%	101,24%	0,00%	0,03%	0,05%	0,03%	0,01%	0,00%
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	HFC	0,0	2.360,1	87,68%	68,52%	111,28%	0,35%	15,43%	15,43%	10,57%	19,13%	4,78%
2.G.3.	N2O de usos de productos	N2O	0,0	0,0	10,00%	10,00%	14,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	245,4486486	830,7403472	20,00%	40,00%	44,72%	0,01%	0,76%	5,43%	0,30%	1,54%	0,02%
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH4	2945,095496	3713,171325	20,00%	40,00%	44,72%	0,14%	31,68%	24,27%	12,67%	6,86%	2,08%
3.A.2.	Ovinos	CH4	18,9	36,4182	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%	0,12%	0,24%	0,05%	0,07%	0,00%
3.A.3.	Porcinos	CH4	10,53840512	12,26032816	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%	0,12%	0,08%	0,05%	0,02%	0,00%
3.A.4.d.	Caprinos	CH4	25,2	31,91048	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%	0,27%	0,21%	0,11%	0,06%	0,00%
3.A.4.e.	Equinos	CH4	166,32	183,936312	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%	1,96%	1,20%	0,78%	0,34%	0,01%
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH4	78,26	85,41792	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%	0,93%	0,56%	0,37%	0,16%	0,00%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	6,818018017	23,07612075	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,02%	0,15%	0,01%	0,04%	0,00%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	3,997212641	13,52888205	42,50%	100,00%	108,66%	0,00%	0,01%	0,09%	0,01%	0,05%	0,00%
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH4	52,59099099	66,30663081	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,57%	0,43%	0,17%	0,12%	0,00%
3.B.1.b.	Otros vacunos	N2O	83,5050186	105,2829835	42,50%	100,00%	108,66%	0,00%	0,90%	0,69%	0,90%	0,41%	0,01%
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,756	1,456728	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
3.B.3.	Porcinos	CH4	21,07681025	24,52065633	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,24%	0,16%	0,07%	0,05%	0,00%
3.B.3.	Porcinos	N2O	54,02398673	62,85123775	42,50%	100,00%	108,66%	0,00%	0,62%	0,41%	0,62%	0,25%	0,00%
3.B.4.d.	Caprinos	CH4	1,1088	1,40406112	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	22,37891796	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,24%	0,15%	0,07%	0,04%	0,00%
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	10,2501504	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,11%	0,07%	0,03%	0,02%	0,00%
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	13,04784658	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%	0,06%	0,09%	0,02%	0,02%	0,00%
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	5,749939042	22,36%	100,00%	102,47%	0,00%	0,03%	0,04%	0,03%	0,01%	0,00%

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Emisiones o absorciones de 2022	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 2022	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\text{Raiz}(E^2+F^2)$	$(\text{GxD})^2/(\text{TotalD})^2$	Nota B	$\text{ABS}(\text{D}/\text{TotalC})$	$\text{Ix}F$	$\text{JxExRaiz}(2)$	K^2+L^2
			kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%	%			%	%	%
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O	N ₂ O	63,72180481	92,41587385	48,02%	240,00%	244,76%	0,00%	0,61%	0,60%	1,46%	0,41%	0,02%
3.C.1.	Irrigadas	CH ₄	325,6930144	579,8417964	10,00%	62,33%	63,13%	0,01%	2,40%	3,79%	1,50%	0,54%	0,03%
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N ₂ O	17,69070779	220,000822	20,00%	135,00%	136,47%	0,00%	1,10%	1,44%	1,49%	0,41%	0,02%
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N ₂ O	128,685919	197,8952671	48,02%	135,00%	143,29%	0,00%	1,15%	1,29%	1,56%	0,88%	0,03%
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N ₂ O	421,5605448	608,4434862	48,02%	133,75%	142,11%	0,04%	4,04%	3,98%	5,40%	2,70%	0,36%
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N ₂ O	30,8820773	55,77037034	30,00%	135,00%	138,29%	0,00%	0,22%	0,36%	0,30%	0,15%	0,00%
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N ₂ O	79,49086933	133,9885498	70,80%	240,00%	250,22%	0,01%	0,64%	0,88%	1,53%	0,88%	0,03%
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N ₂ O	98,36590001	188,0355444	70,80%	320,00%	327,74%	0,02%	0,64%	1,23%	2,05%	1,23%	0,06%
3.G.2.	Dolomita	CO ₂	0,00286	0,102940933	10,00%	50,00%	50,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3.H.	Aplicación de urea	CO ₂	4,465414983	54,42139355	10,00%	50,00%	50,99%	0,00%	0,27%	0,36%	0,14%	0,05%	0,00%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-9084,062102	-6134,597912		7,46%	7,46%	0,01%	133,45%	40,10%	9,95%	0,00%	0,99%
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂		-271,378703		67,86%	67,86%	0,00%	1,77%	1,77%	1,20%	0,00%	0,01%
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂		-3775,82025		38,53%	38,53%	0,11%	24,68%	24,68%	9,51%	0,00%	0,90%
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂		-65,99150209		60,83%	60,83%	0,00%	0,43%	0,43%	0,26%	0,00%	0,00%
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂		-182,0663498		75,24%	75,24%	0,00%	1,19%	1,19%	0,90%	0,00%	0,01%
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂		2979,811401		38,70%	38,70%	0,07%	19,48%	19,48%	7,54%	0,00%	0,57%
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂		29,52212191		56,64%	56,64%	0,00%	0,19%	0,19%	0,11%	0,00%	0,00%
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	CO ₂		-6,386122774		194,45%	194,45%	0,00%	0,04%	0,04%	0,08%	0,00%	0,00%
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂		-57,19788438		14,71%	14,71%	0,00%	0,37%	0,37%	0,05%	0,00%	0,00%
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂		5228,423971		22,35%	22,35%	0,07%	34,17%	34,17%	7,64%	0,00%	0,58%
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂		-99,57306351		19,56%	19,56%	0,00%	0,65%	0,65%	0,13%	0,00%	0,00%
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	CO ₂		-6,32885562		182,90%	182,90%	0,00%	0,04%	0,04%	0,08%	0,00%	0,00%
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	CO ₂		-97,41309085		87,85%	87,85%	0,00%	0,64%	0,64%	0,56%	0,00%	0,00%
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂		411,97141		28,41%	28,41%	0,00%	2,69%	2,69%	0,77%	0,00%	0,01%
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO ₂		90,19958975		98,35%	98,35%	0,00%	0,59%	0,59%	0,58%	0,00%	0,00%
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂		182,4734952		72,07%	72,07%	0,00%	1,19%	1,19%	0,86%	0,00%	0,01%

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Emisiones o absorciones de 2022	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 2022	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\text{Raiz}(E^2+F^2)$	$(G \times D)^2 / (\text{TotalD})^2$	Nota B	$\text{ABS}(D / \text{TotalC})$	$I \times F$	$J \times \text{ExRaiz}(2)$	$K^2 + L^2$
			kt CO ₂ eq	kt CO ₂ eq	%	%	%	%			%	%	%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	CH4	22,2985809	19,78181392		58,00%	58,00%	0,00%	0,29%	0,13%	0,17%	0,00%	0,00%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	NO2	7,686918814	6,819321745		55,90%	55,90%	0,00%	0,10%	0,04%	0,06%	0,00%	0,00%
4.G.	Productos de madera recolectada	CO2	45,38190745	-11,30750781		50,99%	50,99%	0,00%	0,94%	0,07%	0,48%	0,00%	0,00%
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	4463,134976	108,63%	48,48%	118,96%	1,42%	5,41%	29,17%	2,62%	44,82%	20,15%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	8,425637101	58,31%	30,00%	65,57%	0,00%	0,29%	0,06%	0,09%	0,05%	0,00%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	25,41778438	58,31%	100,00%	115,76%	0,00%	0,89%	0,17%	0,89%	0,14%	0,01%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	5,547997546	58,31%	100,00%	115,76%	0,00%	0,19%	0,04%	0,19%	0,03%	0,00%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	403,7916358	63,64%	50,00%	80,93%	0,01%	16,23%	2,64%	8,12%	2,38%	0,72%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	88,55403491	38,15%	90,00%	97,75%	0,00%	0,71%	0,58%	0,64%	0,31%	0,01%
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	154,1709336	103,10%	50,00%	114,58%	0,00%	0,34%	1,01%	0,17%	1,47%	0,02%
	Total		15.299	44.513				2,3%					32,5%
						Porcentaje de incertidumbre en el inventario total:	15,3%				Incertidumbre de la tendencia:	57,0%	

Tabla Anexo Incertidumbres: 1998

A		B	D	E	F	G	H
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 1998
			Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	Raiz(E ² +F ²)	(GxD) ² /(TotalD) ²
			kt CO ₂ eq	%	%	%	%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CO2	8936,143972	3,00%	5,00%	5,83%	0,12%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	CH4	9,8	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - combustible líquido	N2O	18,55	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	CH4	4,7399058	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.1.	Industrias de la energía - biomasa	N2O	5,9813097	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CO2	929,6	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	CH4	0,84	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible líquido	N2O	1,770995	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CO2	110,3	3,00%	10,00%	10,44%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	CH4	0,308	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - combustible sólido	N2O	0,4505	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	CH4	9,81443932	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - biomasa	N2O	12,38488895	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.3.a.	Aviación civil	CO2	143,7	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%
1.A.3.a.	Aviación civil	CH4	0,028	3,00%	78,50%	78,56%	0,00%
1.A.3.a.	Aviación civil	N2O	1,06	3,00%	110,00%	110,04%	0,00%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO2	4685,587709	3,00%	5,00%	5,83%	0,03%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CH4	53,2	3,00%	180,00%	180,02%	0,00%
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N2O	54,8	3,00%	180,00%	180,02%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CO2	1006,69646	3,00%	5,00%	5,83%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	CH4	2,2848	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - combustible líquido	N2O	0,53	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	CH4	123,2	3,00%	150,00%	150,03%	0,01%
1.A.4.	Otros sectores - biomasa	N2O	15,9	3,00%	150,00%	150,03%	0,00%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CO2	80,71	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	CH4	0,084	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%

A		B	D	E	F	G	H
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 1998
			Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	Raiz(E ² +F ²)	(GxD) ² /(TotalD) ²
			kt CO ₂ eq	%	%	%	%
1.A.5.	No especificada - combustible líquido	N ₂ O	0,1272	5,00%	70,00%	70,18%	0,00%
1.B.1.c.	Transformación de combustible	CH ₄	98,84	3,00%	75,00%	75,06%	0,00%
1.B.1.c.	Transformación de combustible	N ₂ O	1,855	3,00%	75,00%	75,06%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	CO ₂	14,29	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	CH ₄	2,41	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%
1.B.2.a.	Petróleo	N ₂ O	0,0567789	3,00%	87,50%	87,55%	0,00%
2.A.1.	Producción de cemento	CO ₂	280,3	1,50%	30,00%	30,04%	0,00%
2.A.2.	Producción de cal	CO ₂	5,6	6,00%	2,00%	6,32%	0,00%
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO ₂	6,9	4,24%	3,00%	5,19%	0,00%
2.B.5.	Producción de carburo	CO ₂	0,41	5,00%	10,00%	11,18%	0,00%
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO ₂	264,6	5,00%	25,00%	25,50%	0,00%
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO ₂	28,2	15,00%	50,10%	52,30%	0,00%
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO ₂	4,2	15,00%	100,12%	101,24%	0,00%
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄	245,4486486	30,00%	40,00%	50,00%	0,01%
3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄	2945,095496	20,00%	40,00%	44,72%	0,74%
3.A.2.	Ovinos	CH ₄	18,9	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%
3.A.3.	Porcinos	CH ₄	10,53840512	30,00%	40,00%	50,00%	0,00%
3.A.4.d.	Caprinos	CH ₄	25,2	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%
3.A.4.e.	Equinos	CH ₄	166,32	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%
3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH ₄	78,26	20,00%	40,00%	44,72%	0,00%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄	6,818018017	30,00%	30,00%	42,43%	0,00%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N ₂ O	3,997212641	48,02%	100,00%	110,93%	0,00%
3.B.1.b.	Otros vacunos	CH ₄	52,59099099	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%
3.B.1.b.	Otros vacunos	N ₂ O	83,5050186	42,50%	100,00%	108,66%	0,00%
3.B.2.	Ovinos	CH ₄	0,756	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%
3.B.3.	Porcinos	CH ₄	21,07681025	30,00%	30,00%	42,43%	0,00%
3.B.3.	Porcinos	N ₂ O	54,02398673	48,02%	100,00%	110,93%	0,00%
3.B.4.d.	Caprinos	CH ₄	1,1088	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%

A		B	D	E	F	G	H
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 1998
			Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	Raiz(E ² +F ²)	(GxD) ² /(TotalD) ²
			kt CO ₂ eq	%	%	%	%
3.B.4.e.	Equinos	CH4	20,2356	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%
3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH4	9,3912	20,00%	30,00%	36,06%	0,00%
3.B.4.g.	Aves de corral	CH4	7,530850969	30,00%	30,00%	42,43%	0,00%
3.B.4.g.	Aves de corral	N2O	3,318703493	31,62%	100,00%	104,88%	0,00%
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O	N2O	63,72180481	57,50%	240,00%	246,79%	0,01%
3.C.1.	Irrigadas	CH4	325,6930144	10,00%	62,33%	63,13%	0,02%
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	N2O	17,69070779	20,00%	135,00%	136,47%	0,00%
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	N2O	128,685919	57,50%	135,00%	146,74%	0,02%
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	421,5605448	57,50%	133,75%	145,59%	0,16%
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	30,8820773	30,00%	135,00%	138,29%	0,00%
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	N2O	79,49086933	83,74%	240,00%	254,19%	0,02%
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	N2O	98,36590001	83,74%	320,00%	330,78%	0,05%
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,00286	30,00%	50,00%	58,31%	0,00%
3.H.	Aplicación de urea	CO2	4,465414983	30,00%	50,00%	58,31%	0,00%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	-9084,062102		7,46%	7,46%	0,20%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	CH4	22,2985809		58,00%	58,00%	0,00%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales - quema de biomasa	NO2	7,686918814		55,90%	55,90%	0,00%
4.G.	Productos de madera recolectada	CO2	45,38190745		50,99%	50,99%	0,00%
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH4	1249,392325	108,63%	0,4848	118,96%	0,94%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CO2	18,38193262	58,31%	0,3	65,57%	0,00%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	CH4	55,41903197	58,31%	1	115,76%	0,00%
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	N2O	12,10388198	58,31%	1	115,76%	0,00%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH4	992,8718342	63,64%	0,5	80,93%	0,28%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N2O	67,92012404	38,15%	90,00%	97,75%	0,00%
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH4	70,71581812	103,10%	50,00%	114,58%	0,00%
	Total		15.299				2,6%

A		B	D	E	F	G	H
Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones o absorciones de 1998	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en 1998
			Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	Raiz(E ² +F ²)	(GxD) ² /(TotalD) ²
			kt CO ₂ eq	%	%	%	%
					Porcentaje de incertidumbre en el inventario total:		16,2%

Anexo 3: Descripción detallada del enfoque de referencia

El método de referencia es un método directo para realizar una estimación de las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles (categoría 1A). Realiza el cálculo de consumo aparente utilizando datos obtenidos del Balance Energético Nacional y archivos de trabajo relacionados.

Este procedimiento desde arriba hacia abajo permite realizar una verificación cruzada de los resultados por el método sectorial desde abajo hacia arriba, empleado para la estimación de los resultados del Inventario Nacional.

Los cálculos del método de referencia siguen los criterios metodológicos expuestos en las Directrices del IPCC 2006.

Los datos de actividad se presentan a partir de información agregada a nivel nacional de:

- Producción de combustibles primarios
- Saldo neto de comercio exterior (importaciones menos exportaciones) de combustibles primarios y secundarios.
- Variación de inventario (diferencia entre las existencias al inicio del año menos las existencias al final del año) de combustibles primarios y secundarios.
- Uso no energético de combustibles primarios y secundarios.

La estimación de emisiones por este método se realiza obteniendo el dato de actividad de consumo aparente en unidades de energía (TJ) y: multiplicarlo por el contenido de carbono para contabilizar el C total, se contabiliza el carbono excluido en el uso no energético y se establece la corrección del carbono sin oxidar para luego convertir el carbono efectivamente oxidado en emisiones de CO₂.

La comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ obtenidas con el Método de referencia y el Método sectorial permite comprobar la validez de los cálculos realizados. El Método de referencia usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el Método sectorial usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman el total nacional del sector Energía.

En general, la tendencia de las emisiones de CO₂ (**Tabla A.3.3** y **Figura A.3.3**) presenta diferencias razonables (menores al 5 % en términos absolutos) en los años 2003, 2009 – 2012 y 2014 - 2018. Anterior y posterior a estos años se presentan las mayores diferencias, superando el 5% en términos absolutos en los años 1998 – 2002, 2004 – 2008 y 2013; así como en los años 2019 – 2022.

En el método de referencia se utilizaron los datos importación y exportación presentados en los balances, mientras que en el sectorial se aplicaron los publicados en los BNEN a los cuales se les aplicaron técnicas de empalme para garantizar la coherencia de la serie temporal, (debido a cambios metodológico en el BNEN e inconsistencias detectadas en la serie temporal del BNEN).

Las diferencias entre el método de referencia y el método sectorial se deben a las técnicas de empalme que se realizaron de los datos de consumo energético del BNEN, fundamentalmente en la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción*. Ver (Tabla 3.9).

Tabla A.3. 3

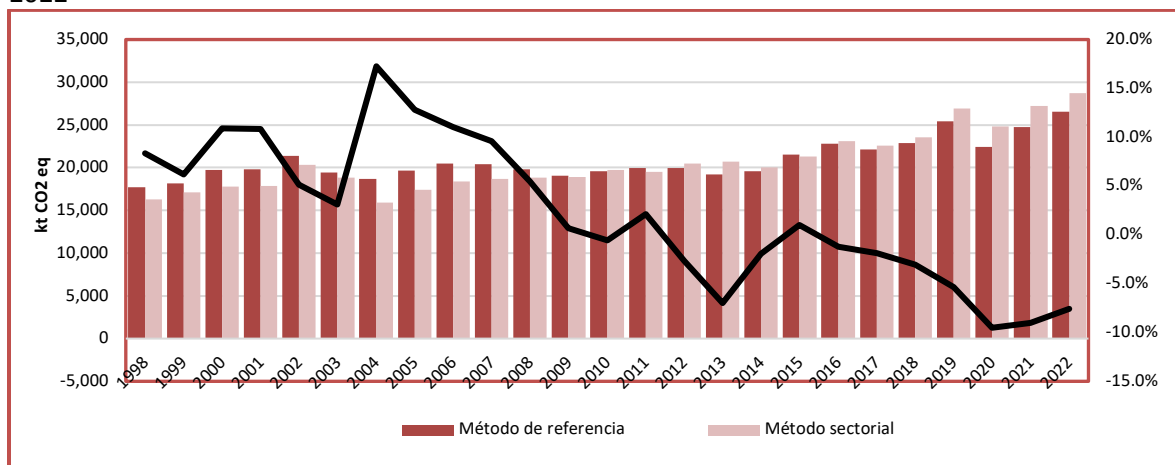
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂)

Gases	1998	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Método de referencia	17.683,9	19.746,3	19.639,8	19.609,5	21.547,4	22.804,3	22.127,5	22.857,2	25.463,0	22.457,3	24.736,3	26.533,8
Método sectorial	16.325,8	17.806,4	17.408,5	19.716,5	21.331,0	23.079,0	22.553,2	23.572,1	26.899,9	24.819,1	27.190,7	28.699,5
Diferencia	1.358,1	1.939,8	2.231,4	-107,0	216,4	-274,7	-425,7	-714,8	-1.436,9	-2.361,8	-2.454,3	-2.165,8
Diferencia porcentual	8,3%	10,9%	12,8%	-0,5%	1,0%	-1,2%	-1,9%	-3,0%	-5,3%	-9,5%	-9,0%	-7,5%

Fuente: elaboración propia

Figura A.3. 3

Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂), serie 1998-2022



Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Plan de AC/CC²⁴

Introducción

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración del Inventario Nacional de gases de efecto invernadero (en lo sucesivo *Directrices del IPCC de 2006*), es una *buena práctica* instrumentar procedimientos de aseguramiento de calidad y control de calidad y verificación para el desarrollo de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI), con miras a alcanzar este objetivo. Como parte del sistema de AC/CC las *Directrices del IPCC de 2006* definen al Plan AC/CC como un elemento fundamental, el cual debe delinear actividades, responsabilidades y marco temporal. Todo esto permitirá mejorar la calidad del inventario entendida como Transparencia, Coherencia, Comparabilidad, Exhaustividad y Exactitud.

Adicionalmente los planes de AC/CC son un elemento central dentro del Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París²⁵, instrumentalizadas por medio de las Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París²⁶ (MPD). En su anexo, en la provisión 19, literal c, se indica que cada Parte deberá reportar información sobre el aseguramiento de la calidad/ control de la calidad (AC/CC). También en el anexo de las MPD, provisiones 34-36 se requiere que las Partes elaboren un Plan AC/CC y se indican los requerimientos en cuanto a contenido y objetivo del plan de AC/CC; procedimientos generales y la comparación de emisiones de CO₂ del método de referencia y el método sectorial para la quema de combustibles del sector Energía.

Conceptos clave

Para efectos de este plan los términos control de calidad, aseguramiento de la calidad y verificación se definirán de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* (vol.1, cap. 6, recuadro 6.1). Esto es:

Control de calidad (CC): actividades técnicas rutinarias destinadas a evaluar y mantener la calidad del inventario mientras este se compila. Estas actividades son ejecutadas por el personal encargado de compilar el inventario. Las actividades de control de calidad se diseñan con el objetivo de: i) hacer controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad; ii) detectar y subsanar errores y omisiones; iii) documentar y archivar el material de los inventarios y registrar todas las actividades de CC.

Aseguramiento de la calidad (AC)²⁷: procedimiento planificado de revisión efectuado por personal que no participa directamente del proceso de actualización del inventario. Estos procedimientos se ponen en práctica por, idealmente, un tercero independiente que revisa un inventario terminado, tras la aplicación de actividades de CC. Esta revisión permite verificar que se hayan alcanzado los objetivos relativos a la calidad de los datos, garantizando que el inventario represente las mejores estimaciones de GEI, dado el actual conocimiento científico y la disponibilidad de datos, respaldando la eficacia del programa de CC.

²⁴ Material elaborado por ONE incluido dentro del Informe de Control de Calidad

²⁵ <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/spa/10a01s.pdf>

²⁶ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_3a02S.pdf?download

²⁷ En las *Directrices del IPCC de 2006* el aseguramiento de la calidad es denominado Garantía de la calidad. Sin embargo, para mantener consistencia con las MPD se prefiere el término *Aseguramiento*

Verificación: actividades y procedimientos implementados durante la planificación, actualización o término de un inventario y que contribuyen a definir su fiabilidad. En particular, Verificación se refiere a métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluye las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos.

Mejora continua: planificación y desarrollo de actividades que en el tiempo permitan la mejora de la calidad del inventario -entendida como la mejora en cuanto a transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud.

Principios de calidad

De acuerdo con lo establecido en las MPD y en las *Directrices del IPCC de 2006*, los principios de calidad son:

Transparencia: existe suficiente documentación clara para que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan cómo se compiló el inventario y puedan asegurarse de que cumple los requisitos de buenas prácticas para los inventarios nacionales de emisiones de GEI.

Exhaustividad: se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de GEI.

Coherencia: se realizan las estimaciones para diferentes años, gases y categorías de inventarios, de tal forma que las diferencias de resultados entre los años y las categorías reflejan las diferencias reales en las emisiones. Las tendencias anuales de los inventarios, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y las mismas fuentes de datos en todos los años, y deben tener por objeto reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones, sin estar sujetas a los cambios resultantes de las diferencias metodológicas.

Comparabilidad: declara el inventario de forma tal que permite su comparación con los inventarios nacionales de GEI correspondientes a otros países.

Exactitud: el inventario no contiene estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse. Esto significa empeñar todo el esfuerzo necesario para eliminar el sesgo de las estimaciones del inventario.

Objetivo del Plan AC/CC

Instrumentar procedimientos de aseguramiento de la calidad/control de la calidad (AC/CC) y verificación para mantener y mejorar la calidad del inventario; así como establecer lineamientos y responsabilidades para su aplicación.

Objetivos específicos del Plan de AC/CC

- Establecer roles y responsabilidades de las partes involucradas en la actualización del inventario
- Destinar recursos a actividades de AC/CC para las distintas categorías y para el proceso de compilación.
- Establecer tiempos y plazos para la implementación de actividades de CC y verificación de las estimaciones de GEI.
- Determinar frecuencia de los controles y las validaciones sobre las partes del inventario.
- Definir al nivel de actividades de CC aplicados a cada categoría, priorizando las categorías principales
- Establecer requerimientos para el archivo y documentación de las actividades del Plan AC/CC
- Proponer mejoras y consideraciones adicionales para el siguiente proceso de actualización del inventario nacional de GEI.

Resultados esperados

- Tras la ejecución del presente plan de AC/CC se esperan los siguientes resultados:
- Designación de encargados de AC/CC y sectoriales.
- Actividades de CC generales y específicas definidas para cada ciclo de preparación de inventarios.
- Implementación y registro de las actividades rutinarias de CC por parte de los encargados sectoriales y encargado AC/CC.
- Informe del aseguramiento de la calidad
- Libro de cálculo y/o formulario de verificación para AC/CC de cada sector completada.
- Plan de mejoras a corto, mediano y largo plazo.

Roles y responsabilidades

Encargado de AC/CC

El Departamento de métrica y transparencia del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales por medio del Coordinador del inventario nacional de GEI, es el encargado de la implementación del plan de AC/CC y del cumplimiento de sus objetivos. Para ello debe garantizar y velar que los organismos sectoriales participen del plan, respeten los procedimientos de AC/CC aplicables y documenten las actividades ejecutadas. Además, el Coordinador del inventario, por medio de la Academia y la ONE, se encargarán de desarrollar e implementar la totalidad del plan, designándose como encargado de AC a la Academia y de CC a la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) y el compilador del inventario de GEIs.

Encargados sectoriales

Las instituciones designadas como encargados sectoriales deberán planificar, desarrollar, implementar y documentar las actividades de control de calidad de acuerdo con lo establecido en el presente plan y las *buenas prácticas* de las *Directrices del IPCC de 2006*, según corresponda. Adicionalmente los encargados sectoriales deberán prestar apoyo a las actividades de AC, sosteniendo intercambio con los expertos externos y dando respuesta a sus requerimientos. En cuanto a las mejoras, los encargados sectoriales deberán planificar e implementar actividades de mejora de los sectores respectivos.

Los encargados sectoriales son:

Expertos externos

Los expertos externos corresponden a profesionales que por su experiencia en materias de inventario nacional de GEI han sido considerados para la implementación de actividades de aseguramiento de la calidad.

A continuación, se resumen los roles y responsabilidades relacionados con la implementación del plan de AC/CC.

Tabla A.4.1.

Plan de AC/CC: asignación de roles y responsabilidades

Rol	Responsabilidad	Nombre	Institución	Contacto
Coordinador Inventario Nacional de GEI	Facilitar la implementación del Plan de AC/CC e implementar procedimientos de control de calidad transversales y planificar actividades de mejora continua.	María Hidalgo Encargada de Métrica y Transparencia	MMARN	María Hidalgo m.hidalgo@ambiente.gob.do
Encargado AC/CC	Desarrollar e implementar la totalidad del plan de AC/CC. Desarrollar e implementar procedimientos de AC/CC a los aspectos transversales (Identificación de categorías principales, incertidumbre, exhaustividad, adherencia a las MPD).	Rosaura Pimentel Coordinador/a del Observatorio de Cambio Climático	INTEC	rosaura.pimentel@intec.edu.do
Encargado sectorial [Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS, Residuos]	Desarrollar e implementar procedimientos de AC/CC y mejora continua del sector [Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS, Residuos], de acuerdo con lineamientos del plan de AC/CC.	Consultores expertos	Independientes	Guadalupe Martínez (IPPU, Residuos), Lisandra Rodríguez (Energía), Paulo Cornejo (Agricultura), Juan David Turriago(UTCUTS)
Expertos externos	Experto revisor de inventarios	Sara González Dirección Técnica	CNCCMDL	s.gonzalez@ambioclimatico.gob.do

Fuente: elaboración propia con base en Toolkit for Building National GHG Inventory Systems elaborado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)

Procedimientos generales de CC

Para cumplir con los objetivos planteados, los encargados designados en este plan de AC/CC deberán implementar una serie de actividades rutinarias destinadas a mantener la calidad del inventario.

Los encargados sectoriales implementarán las actividades de control de calidad a nivel sectorial. Si bien los procedimientos indicados en las *Directrices del IPCC de 2006* fueron elaborados para aplicarse a todas las fuentes y sumidero, cada encargado sectorial deberá evaluar la pertinencia de estas actividades, así como la inclusión de actividades adicionales de acuerdo con la importancia de la categoría (categoría principal), el nivel metodológico utilizado para su estimación y los cambios implementados en la estimación respecto al proceso anterior (nuevos datos de actividad o factores de emisión, por ejemplo). Por otra parte, en caso de no ser posible efectuar actividades control sobre todos los datos, se podría efectuar sobre una parte o muestra de estos. En tal caso deberán discutirse y documentarse los procedimientos para la selección del conjunto de datos, según corresponda y de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*.

A continuación, se listan algunas de las actividades de control de calidad más generales.

- Verificar que las hipótesis y los criterios para la selección de datos de la actividad, factores de emisión y otros parámetros de estimación queden documentados.
- Controlar la existencia de errores de transcripción en la entrada de datos y referencias.
- Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.
- Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados.
- Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos.
- Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.
- Verificar que el movimiento de los datos del inventario a través de los pasos del procesamiento sea correcto.
- Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones de GEI.
- Controlar la coherencia de la serie temporal.
- Controlar la exhaustividad
- Revisar y archivar de la documentación interna.

En cuanto a la Verificación, se alienta a que los encargados sectoriales incorporen este tipo de actividades como parte de su rutina de control de calidad, según corresponda y aplique. En tal caso se sugiere que estas sean documentadas e incluidas en su informe sectorial, incluyendo una comparación y conclusión de los resultados.

El detalle de las actividades de control de calidad se encuentra en el libro de cálculo de Excel 2024_**CC_RD_Español**, el que permite documentar estas actividades y también dar seguimiento de las acciones relacionadas con los procesos de aseguramiento de la calidad.

Procedimientos específicos de CC

Los procedimientos específicos de CC corresponden a actividades de control de calidad adicionales a los procedimientos generales y se aplican solo sobre algunas categorías, en función de su importancia en el inventario nacional. De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*, se sugiere priorizar este tipo de actividades más intensas en cuanto a análisis y revisión, a aquellas categorías identificadas como principales o bien a las que presentan cambios significativos respecto al proceso anterior. Al final de la sección de cada categoría en las *Directrices del IPCC de 2006* hay indicaciones de que CC específicos deben ser aplicados para esa categoría. Estas indicaciones debieran dentro de lo posible, ser aplicadas en categorías principales, y en particular en las categorías priorizadas.

Las categorías para las que se priorizarán actividades específicas de CC son las indicadas en la tabla 3 y 4. Las actividades de CC específicas se indican en la hoja sectorial respectiva del libro de cálculo **2024_CC_RD_Español** y en detalle se especifica por sector, algunas de las actividades llevadas a cabo de manera descriptiva en esta sección.

De acuerdo con el último inventario nacional de GEI de República Dominicana serie 2010-2015 las categorías principales fueron las siguientes:

Tabla A.4.2.

Plan de AC/CC: Categorías principales del inventario nacional de GEI de República Dominicana, serie 2010-2015

Código IPCC	Categoría	Nivel metodológico
1.A.1	Industria de Energía	Nivel 1
1.A.2	Industria manufacturera y de construcción	Nivel 1
1.A.3	Transporte Terrestre	Nivel 1
2.A.1	Producción de Cemento	Nivel 2
3.A.1	Fermentación entérica	Nivel 1
3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tales	Nivel 1
3.C.7.	Cultivo de arroz	Nivel 1
4.A.	Eliminación de desechos sólidos	Nivel 1

Fuente: elaboración propia con base en el último Informe del inventario nacional de GEI

Nota: las categorías principales fueron analizadas de acuerdo con los criterios de [enfoque 1, nivel, tendencia, con/sin UTCUTS, cualitativo, etc]

Además, las categorías que tuvieron cambios o mejoras significativas en este proceso de actualización respecto a la estimación anterior son la indicadas en la tabla siguiente.

Tabla A.4.3.

Plan de AC/CC: Categorías con cambios significativos

Código IPCC	Categoría	Justificación
1.A.4	Otros Sectores-Combustible Líquido	Por Método de Nivel 1
2.A.2	Producción de Cal	Por Método de Nivel 1
2.F	Uso de Productos sustitutos de la SAO	Por Método de Nivel 1
3.C.1	Irrigadas	Por Método de Nivel 1
5.D.1	Aguas residuales domésticas	Por Método de Nivel 1
5.D.2	Aguas residuales industriales	Por Método de Nivel 1

Fuente: elaboración propia con base en el presente proceso de actualización del inventario nacional de GEI.

Tabla A.4.1.

Plan de AC/CC: Categorías priorizadas

Código IPCC	Categoría	Nivel metodológico	Justificación
1.A.1	Industria de Energía	Nivel 1	Representan un % de emisión representativo
1.A.3	Transporte Terrestre	Nivel 1	Representan un % de emisión representativo
2.A.1	Producción de Cemento	Nivel 2	
3.A.1	Fermentación entérica	Nivel 1	
3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tales	Nivel 2	Se está trabajando para lograr obtener un nivel 2
4.A.	Eliminación de desechos sólidos	Nivel 1	
5.D.1	Aguas residuales domésticas	Nivel 1	Esta categoría se incorpora por el método 1
5.D.2	Aguas residuales industriales	Nivel 1	Esta categoría se incorpora por el método 1

Fuente: elaboración propia con base en el último Informe del inventario nacional de GEI

Anexo 5: Anexos Sectoriales

Anexo Sector Energía

Sector Energía: Reporte de Emisiones de CO₂ Mediante la Metodología Organización Aviación Civil Internacional (OACI)

El Instituto Dominicano de Aviación Civil (IDAC) se crea en virtud de la Ley 491-06 de Aviación Civil, del 28 de diciembre de 2006, y su Ley de modificación, No. 67-13, de fecha 3 de abril 2013. El IDAC es un ente público descentralizado, especializado y técnico, con personalidad jurídica, patrimonio propio, poder de reglamentación, de decisión y autoridad, para implementar su organización interna.

El IDAC representa la Autoridad de Aviación Civil de la República Dominicana ante la Organización Aviación Civil Internacional (OACI). Para mantener su gestión acorde a los modelos de excelencia de la OACI el IDAC está comprometido con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible del transporte aéreo, como lo especifica la Resolución A37-19, de la Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) – “Declaración consolidada de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente – Cambio Climático”, en la cual alientan a los Estados a presentar sus informes anuales sobre emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) de la aviación internacional de acuerdo a su metodología”.

El IDAC reporta las emisiones de Dióxido de Carbono Totales de República Dominicana generadas por la categoría Transporte Aéreo mediante el sistema de monitoreo, verificación y reporte del OACI implementado desde enero 2016. Los vuelos internos (Domésticos) alcanzaron 1,388.00, 1,391.00 y 922.00 toneladas de CO₂ y los vuelos internacionales de empresas aéreas dominicanas (Matricula HI) generaron 32,467.00, 54,513.00 y 21,083.00 toneladas de CO₂ para los años 2016, 2017 y 2018 respectivamente.

Adicionalmente, el IDAC suministra los datos de actividad de Transporte Aéreo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la estimación del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), el cual es realizado con una metodología diferente, las Directrices del IPCC de 2006.

Dado que las metodologías de la OACI y las Directrices del IPCC del 2006 difieren en la definición de vuelos domésticos y vuelos internacionales, los valores de emisiones de gases de efecto invernadero obtenidos por ambos métodos son diferentes y no deben ser comparados.

Sector Energía: Balance nacional de energía de 2022

BALANCE ENERGÉTICO 2022 kTep	ENERGÍA PRIMARIA									
	Petróleo	Gas Natural	Carbón Mineral	Hidroenergía	Leña	Bagazo de Caña	Solar	Eólica	Otras Primarias	Energía Primaria
Producción	-	-	-	155.79	544.94	09.09	38.81	61.22	155.21	2,065.06
Importación	1,169.18	1,804.44	1,899.34	-	-	-	-	-	-	4,872.95
Exportación	-	105.44	-	-	-	-	-	-	-	105.44
Variación de Inventarios	24.28	27.28	48.47	-	-	-	-	-	0.10	45.38
Bunker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oferta	1,193.46	1,671.73	1,947.81	155.79	544.94	209.09	738.81	261.22	155.11	6,877.95
Refinería	1,146.40	-	-	-	-	-	-	-	-	1,146.40
SENI	-	1,194.01	1,820.60	155.00	-	65.42	402.32	261.22	76.58	3,975.16
Sistemas Aislados	-	59.85	-	-	-	-	12.49	-	-	72.34
Autoprodutores	-	-	-	0.79	-	16.08	323.75	-	-	340.63
Carboneras	-	-	-	-	153.52	-	-	-	-	153.52
Transformación	1,146.40	1,253.86	1,820.60	155.79	153.52	81.50	738.57	261.22	76.58	5,688.05
Consumos Propios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pérdidas	5.53	-	-	-	-	-	-	-	-	5.53
Ajuste	41.53	257.70	30.27	0.00	-	-	0.00	-	0.01	329.51
Urbano	-	-	-	-	108.04	-	0.18	-	1.26	109.48
Rural	-	-	-	-	250.29	-	-	-	0.86	251.15
Residencial	-	-	-	-	358.33	-	0.18	-	2.12	360.63
Comercios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hoteles	-	2.29	-	-	0.26	-	-	-	-	2.55
Restaurantes	-	-	-	-	0.55	-	-	-	-	0.55
Hospitales	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01
Administración Pública y Defensa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua y saneamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alumbrado público	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Servicios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercios, Servicios y Público	-	2.29	-	-	0.81	-	0.01	-	-	3.11
Ingenios Azúcareros	-	-	0.46	-	-	127.59	-	-	-	128.05
Resto de Industria Alimenticia y Tabaco	-	27.09	-	-	1.69	-	0.06	-	76.37	105.21
Textiles y Cueros	-	-	-	-	0.90	-	-	-	-	0.90
Papel e Imprenta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Químicos y Plásticos	-	5.36	-	-	-	-	-	-	-	5.36
Minería No Metálica	-	26.05	96.48	-	-	-	-	-	-	122.53
Minería Metálica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zona Franca	-	7.80	-	-	29.58	-	-	-	0.04	37.43
Resto de Industrias	-	76.24	-	-	0.10	-	-	-	-	76.34
Industrial	-	142.54	96.94	-	32.27	127.59	0.06	-	76.41	475.80
Transporte Terrestre	-	15.33	-	-	-	-	-	-	-	15.33
Transporte Marítimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte	-	15.33	-	-	-	-	-	-	-	15.33
Otros Sectores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Energético	-	160.16	96.94	-	391.42	127.59	0.24	-	78.52	854.86
Consumo No Energético	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Final	-	160.16	96.94	-	391.42	127.59	0.24	-	78.52	854.86
% Ajuste/Oferta Total	3.48%	15.42%	1.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	4.79%

BALANCE ENERGÉTICO 2022 kTep	ENERGÍA SECUNDARIA															
	Electricidad	Gas Licuado de Petróleo	Gasolina	Gasolina de Aviación	Querosene	Diésel	Fuel Oil	Avtur	Coque	Carbón Vegetal	Gases de Refinería	Biodiésel	Lubricantes	Asfalto	Otros Energéticos	Energía Secundaria
Producción	11.63	10.75	8.07	8.07	7.52	7.19	6.99	7.52	1.47	1.45	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21	
Importación	10	11	12	25	13	14	15	16	18	20	21	22	23	24	25	
Exportación	2,160.45	35.00	232.96	-	7.87	249.69	330.34	188.92	-	83.98	11.74	-	-	-	-	3,300.94
Variación de Inventarios	-	1,050.19	1,308.53	0.65	-	1,173.01	994.69	367.22	189.62	-	-	-	48.33	111.23	95.70	5,339.17
Bunker	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oferta	-	1.79	25.12	-	0.07	9.02	11.51	1.76	-	-	-	-	-	-	-	23.98
Refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SENI	2,160.45	1,083.40	1,566.60	0.65	7.80	1,413.68	1,336.54	554.38	189.62	83.98	11.74	-	48.33	111.23	95.70	8,664.09
Sistemas Aislados																
Autoprodutores	-	35.00	232.96	-	7.87	249.69	330.34	188.92	-	-	11.74	-	-	-	-	1,056.52
Carboneras	1,806.05	-	-	-	-	19.66	637.64	-	-	-	-	-	-	-	-	1,148.75
Transformación	125.27	-	-	-	-	0.91	242.19	-	-	-	-	-	-	-	-	117.83
Consumos Propios	229.13	-	3.96	-	-	680.23	34.72	-	-	-	-	-	-	-	-	489.78
Pérdidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.98	-	-	-	-	-	83.98
Ajuste	2,160.45	-	3.96	-	-	700.80	914.55	-	-	83.98	-	-	-	-	-	625.11
Urbano	87.78	-	-	-	-	3.69	14.61	-	-	-	11.74	-	-	-	-	117.82
Rural	259.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259.71
Residencial	50.66	0.00	-	-	-	-	-	-	-	83.98	-	-	-	-	-	33.31
Comercios	583.60	438.10	-	-	0.46	-	-	-	-	61.12	-	-	-	-	-	1,083.28
Hoteles	79.61	77.94	-	-	7.34	-	-	-	-	21.55	-	-	-	-	-	186.43
Restaurantes	663.20	516.04	-	-	7.80	-	-	-	-	82.67	-	-	-	-	-	1,269.71
Hospitales	59.28	5.99	-	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65.58
Administración Pública y Defensa	115.66	23.50	0.17	-	-	1.18	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	140.55
Agua y saneamiento	4.45	11.16	-	-	-	-	-	-	-	1.26	-	-	-	-	-	16.87
Alumbrado público	9.56	0.97	0.00	-	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.71
Otros Servicios	49.67	0.28	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49.97
Comercios, Servicios y Público	60.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.71
Ingenios Azucareros	44.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.03
Resto de Industria Alimenticia y Tabaco	52.42	7.05	0.78	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.30
Textiles y Cueros	395.78	48.95	0.97	-	-	1.72	-	-	-	1.30	-	-	-	-	-	448.72
Papel e Imprenta	68.55	-	-	-	-	0.01	37.70	-	0.09	-	-	-	-	-	-	106.35
Químicos y Plásticos	185.26	17.39	-	-	-	4.94	64.16	-	-	-	-	-	-	-	-	271.74
Minería No Metálica	9.23	0.23	0.01	-	-	0.02	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	9.56
Minería Metálica	11.37	0.20	-	-	-	-	3.71	-	-	-	-	-	-	-	-	15.28
Zona Franca	71.07	0.73	-	-	-	0.08	2.21	-	-	-	-	-	-	-	-	74.09
Resto de Industrias	42.85	0.34	-	-	-	5.46	-	-	188.76	-	-	-	-	-	-	237.40
Industrial	201.28	-	-	-	-	61.74	288.11	-	0.62	-	-	-	-	-	-	551.75
Transporte Terrestre	131.68	0.83	0.01	-	-	1.17	3.57	-	-	-	-	-	-	-	-	137.26
Transporte Marítimo	77.63	2.55	-	-	-	0.69	7.85	-	0.15	-	-	-	-	-	-	88.86
Transporte Aéreo	798.91	22.26	0.02	-	-	74.11	407.37	-	189.62	-	-	-	-	-	-	1,492.29
Transporte	5.74	481.96	1,339.18	-	-	633.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,460.22

Otros Sectores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Energético	-	-	-	0.65	-	-	-	554.38	-	-	-	-	-	-	-	555.03
Consumo No Energético	5.74	481.96	1,339.18	0.65	-	633.35	-	554.38	-	-	-	-	-	-	-	3,015.25
Consumo Final	-	14.20	33.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.77
% Ajuste/Oferta Total	1,863.63	1,083.40	1,373.74	0.65	7.80	709.18	407.37	554.38	189.62	83.98	-	-	-	-	-	6,273.74

Fuente: CNE, 2024

Sector Energía: Consumos propios de combustibles reportados por REFIDOMSA

Tipo de Combustible	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Furnaces R.F.O. mt (Fuel Oil), TM	32,183.55	31,588.00	32,019.00	30,524.00	36,525.00	35,627.00	34,719.00	32,881.00	33,892.75	29,207.72	35,300.87	30,590.33	32,574.15	29,840.31	27,349.77	30,114.27	24,205.86	7,373.49	18,297.44	15,045.39	17,002.07	17,674.61	9,343.43	12,757.16	13,622.95
Furnaces R.F.G. mt (Fuel Gas) - Gas de Refinería, TM	16,555.64	17,675.00	18,781.00	14,150.00	14,727.00	17,389.00	15,699.00	16,059.00	17,235.57	15,142.67	15,998.01	15,776.16	18,282.99	17,502.86	17,150.67	16,765.61	19,794.76	5,320.94	22,823.91	20,220.12	25,810.39	25,739.43	11,619.39	27,683.75	26,090.40
Diésel Generadores Eléctricos (OPG fuel), TM	4,736.81	5,242.00	5,253.00	4,699.00	5,438.00	5,244.00	5,105.00	6,047.00	4,855.00	4,209.00	2,637.58	3,443.12	4,792.94	5,713.34	4,319.26	4,053.96	3,929.63	1,255.73	3,805.30	3,472.60	3,466.27	3,728.53	2,703.54	3,583.00	3,962.86

Fuente: REFIDOMSA, 2024

Sector Energía: datos de actividad (TJ) para la categoría Actividades de quema de combustible (1.A.)

Sector Energía: datos de actividad (TJ), serie 1998-2008

DATOS DE ACTIVIDAD 1A QUEMA DE COMBUSTIBLES FOSILES (TJ)											
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1.A.1 - Industrias de la Energía											
1.A.1.a - Producción de Electricidad y Calor como Actividad Principal											
1.A.1.a.i - Generación de Electricidad											
Petróleo crudo	1,467.7	1,261.3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Gasolina de motor	343.7	485.5	511.2	685.2	731.7	727.4	583.3	634.8	668.6	673.1	674.1
Gasóleo/ diésel	53,064.4	64,128.7	58,000.2	44,831.4	46,505.6	35,167.2	29,166.9	23,492.9	20,737.4	16,992.6	21,759.5
Fuelóleo residual	60,629.9	55,139.8	64,710.4	79,156.4	79,798.7	57,136.7	50,600.9	62,211.0	62,501.2	62,302.9	59,920.9
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	0.0	0.0	0.0	2,197.9	6,898.4	15,175.1	14,871.4	16,061.7	19,443.6	21,486.8	23,145.8
Gas Natural (seco)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9,626.9	5,530.0	7,645.9	12,529.5	17,974.0	18,437.8
Otra biomasa sólida primaria	969.4	926.4	1,041.5	1,072.5	1,041.6	998.1	1,087.8	973.2	959.9	987.0	975.3
1.A.1.a.ii - Generación Combinada de Calor y Energía (CHP)											
1.A.1.a.iii - Centrales de Calor											
1.A.1.b - Refinación de Petróleo											
Gas de refinería	1,137.3	1,214.2	1,290.2	972.1	1,011.7	1,194.6	1,078.5	1,103.2	1,184.0	1,040.3	1,099.0
Gasóleo/ diésel	202.2	223.8	224.2	200.6	232.1	223.9	217.9	258.1	207.3	179.7	112.6
Fuelóleo residual	1,284.5	1,260.8	1,278.0	1,218.3	1,457.8	1,422.0	1,385.7	1,312.4	1,352.8	1,165.8	1,409.0
1.A.1.c - Fabricación de Combustibles Sólidos y Otras Industrias de la Energía											
1.A.1.c.i - Fabricación de Combustibles Sólidos											
1.A.1.c.ii - Otras Industrias de la Energía											
Madera / Desechos de madera	4,673.4	4,580.1	4,515.8	4,223.8	4,260.1	4,226.8	4,236.0	4,416.5	4,592.4	4,727.2	4,750.9
1.A.2 - Industrias Manufactureras y de la Construcción											
1.A.2.a - Hierro y acero											
1.A.2.b - Metales no ferrosos											
1.A.2.c - Productos químicos											
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10.0	23.2
Gases Licuados de Petróleo	18.8	18.7	22.3	19.3	19.2	15.9	18.2	20.9	24.4	26.9	29.4
Gasóleo/ diésel	2.0	2.0	2.5	2.4	2.7	2.2	2.6	3.3	3.6	3.4	3.1

Fuelóleo residual	48.8	49.4	55.0	39.6	142.2	177.0	5.4	28.0	16.5	6.7	28.0
1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta											
Gases Licuados de Petróleo	5.1	5.1	6.0	4.3	5.2	4.3	4.9	5.6	6.6	7.3	7.9
Fuelóleo residual	550.0	557.6	620.2	446.8	1,604.3	1,996.2	60.8	316.1	186.5	75.8	316.0
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco											
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	80.1	186.0
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Madera / Desechos de madera	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Otra biomasa sólida primaria	10,481.4	9,835.3	11,125.5	11,263.1	12,098.3	11,759.7	12,971.8	11,624.0	11,072.0	11,357.4	11,153.5
Gases Licuados de Petróleo	674.4	671.7	800.2	693.1	688.9	569.2	652.0	748.2	876.2	965.4	1,053.3
Gasolina de motor	27.3	29.9	29.8	28.3	30.0	30.0	31.5	34.2	35.7	37.8	40.4
Gasóleo/ diésel	117.9	119.8	145.2	144.5	157.7	127.2	156.4	192.0	210.1	201.8	112.1
Fuelóleo residual	1,305.5	1,323.5	1,472.1	1,060.5	3,807.6	4,737.8	144.4	750.2	442.6	180.0	750.1
Coque de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.2.f - Minerales no metálicos											
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	26.1	60.6
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	1,148.1	1,400.8	1,537.1	1,684.6	1,871.4	1,783.2	1,628.0	1,704.7	2,453.9	2,501.4	2,580.7
Gases Licuados de Petróleo	8.7	8.6	10.3	8.9	8.9	7.3	8.4	9.6	11.3	12.4	13.6
Gasolina de motor	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
Gasóleo/ diésel	130.1	132.0	160.1	159.3	173.9	140.2	172.5	211.7	231.7	222.5	204.5
Coque de petróleo	766.2	1,159.6	1,255.9	1,838.0	2,455.6	1,620.4	4,969.2	4,703.4	8,041.6	7,670.2	7,442.3
1.A.2.g - Equipo de transporte											
1.A.2.h - Maquinaria											
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería											
Gasóleo/ diésel	1,241.8	1,260.8	1,530.9	2,135.3	2,245.5	1,924.5	2,171.3	2,600.8	2,905.1	2,726.4	2,293.3
Fuelóleo residual	6,197.0	6,282.5	6,987.9	5,033.9	18,074.3	22,489.8	685.5	3,561.1	2,101.1	854.3	3,560.6
Coque de petróleo	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
1.A.2.j - Madera y productos de la madera											
1.A.2.k - Construcción											
1.A.2.l - Textiles y cuero											
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2.6	5.9
Madera / Desechos de madera	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Gases Licuados de Petróleo	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Gasolina de motor	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Gasóleo/ diésel	39.0	39.6	48.0	47.8	52.1	42.0	51.7	63.5	69.5	66.7	61.3
Fuelóleo residual	355.1	360.0	400.4	288.4	1,035.6	1,288.6	39.3	204.0	120.4	48.9	204.0
1.A.2.m - Industria no especificada											
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	79.5	172.5
Gases Licuados de Petróleo	428.6	426.8	508.5	440.4	437.8	361.7	414.3	475.4	556.8	613.5	669.3
Gasolina de motor	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
Madera / Desechos de madera	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5
Gasóleo/ diésel	63.8	64.8	78.5	78.2	82.3	68.1	86.2	99.7	97.9	81.8	70.2
Fuelóleo residual	67.8	68.7	76.4	55.0	197.6	245.9	7.5	38.9	23.0	9.3	38.9
Otras Primarias	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Coque de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.3 - Transporte											
1.A.3.a - Aviación Civil											
1.A.3.a.i - Aviación internacional (Tanques internacionales)											
Queroseno para motor a reacción	12,873.5	14,969.7	16,271.4	14,832.9	12,582.7	16,070.6	18,135.0	18,255.0	17,953.8	18,172.5	17,343.6
1.A.3.a.ii - Aviación doméstica											
Gasolina de aviación	52.4	81.8	105.4	49.0	210.6	34.0	35.6	49.3	48.2	60.1	72.4
Queroseno para motor a reacción	1,958.9	2,277.8	2,475.9	2,257.0	1,975.1	1,043.4	611.8	106.3	195.3	121.6	896.5
1.A.3.b - Transporte Terrestre											
1.A.3.b.i - Automóviles											
1.A.3.b.i.1 -Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales											
1.A.3.b.i.2 - Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales											
Gasolina de motor	25,804.1	28,178.8	25,851.6	26,823.6	28,600.5	27,154.1	25,355.1	24,153.7	22,598.0	23,259.5	19,204.1
Gasóleo/ diésel	1,871.2	1,899.8	2,303.6	2,292.0	2,541.2	2,098.3	2,535.1	3,075.1	3,372.4	3,252.0	2,967.0
Gases Licuados de Petróleo	4,630.9	4,612.3	5,494.6	4,759.3	4,916.5	5,896.5	6,876.5	7,856.5	8,380.5	9,487.8	10,505.1
Gas natural licuado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.3.b.ii - Camiones para servicio ligero											
1.A.3.b.ii.1 - Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales											
1.A.3.b.ii.2 - Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales											
Gasolina de motor	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Gasóleo/ diésel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Gases Licuados de Petróleo	1,674.3	1,667.6	1,986.6	1,720.7	1,777.5	2,131.9	2,486.2	2,840.5	3,029.9	3,430.3	3,798.1
Gasolina de motor	6,521.6	7,121.7	6,533.6	6,779.2	7,228.3	6,862.8	6,408.1	6,104.5	5,711.3	5,878.5	4,853.5
Gasóleo/ diésel	11,567.3	11,744.3	14,240.5	14,168.7	15,709.2	12,971.6	15,671.6	19,010.1	20,848.1	20,103.6	18,341.6
1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses											
Gases Licuados de Petróleo	453.7	451.9	538.4	466.3	481.7	577.7	673.8	769.8	821.1	929.6	1,029.3
Gasolina de motor	3,877.8	4,234.6	3,884.9	4,031.0	4,298.0	4,080.7	3,810.3	3,629.8	3,396.0	3,495.4	2,885.9
Gasóleo/ diésel	5,296.9	5,378.0	6,521.0	6,488.1	7,193.6	5,939.9	7,176.4	8,705.1	9,546.7	9,205.9	8,399.0
1.A.3.b.iv - Motocicletas											
Gasolina de motor	5,222.2	5,702.8	5,231.8	5,428.6	5,788.2	5,495.5	5,131.4	4,888.2	4,573.4	4,707.3	3,886.5
1.A.3.c - Ferrocarriles											
Gasóleo/ diésel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial											
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)											
NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.d.ii. Navegación marítima y fluvial nacional											
NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.e. Otro transporte											
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos											
NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.ii. Todo terreno											
NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.4 - Otros Sectores											
1.A.4.a - Comercial / Institucional											
Gas natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Madera / Desechos de madera	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6
Gases Licuados de Petróleo	1,848.1	1,840.6	2,192.7	1,899.3	1,803.2	1,576.3	1,742.1	1,927.5	2,215.3	2,350.4	2,430.9
Gasolina de motor	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Gasóleo/ diésel	43.5	44.2	53.5	53.3	55.3	49.0	58.5	70.2	75.5	69.6	60.6
Carbón Vegetal	44.7	43.8	43.1	40.3	40.7	45.7	46.8	50.4	52.0	53.1	53.9
1.A.4.b - Residencial											
Madera / Desechos de madera	13,012.4	13,556.0	14,176.0	13,897.1	13,990.2	13,535.1	13,315.4	13,610.9	13,872.1	13,979.3	13,731.3
Otra biomasa sólida primaria	59.4	60.8	62.2	63.7	65.1	66.7	68.4	70.0	71.7	73.3	75.0
Gases Licuados de Petróleo	13,603.8	13,549.0	16,140.9	13,980.7	13,254.0	11,383.9	12,728.6	13,886.1	16,081.0	17,227.1	18,028.6
Otro queroseno	395.3	484.6	501.2	406.5	474.4	317.1	387.4	441.8	460.4	352.0	332.6
Carbón Vegetal	2,512.3	2,462.2	2,421.8	2,266.2	2,289.6	2,266.3	2,270.3	2,365.4	2,460.1	2,532.7	2,544.8
1.A.4.c - Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías											

1.A.5 - No Especificado											
1.A.5.a - Estacionaria											
Gases Licuados de Petróleo	486.0	484.0	576.6	499.5	480.4	397.5	441.9	485.1	560.5	600.1	622.8
Gasolina de motor	722.2	789.1	907.9	739.7	757.3	758.8	773.6	803.6	827.1	851.2	866.1
1.A.5.b - Móvil											
1.A.5.c - Operaciones multilaterales											
DATOS DE ACTIVIDAD 1B EMISIONES FUGITIVAS (UNIDADES PROPIAS)											
1.B.1 - Combustibles sólidos											
1.B.1.c. Transformación de combustible											
Carbón vegetal producido (kt)	88.5	86.7	85.3	79.8	80.7	80.0	80.2	83.6	86.9	90.8	89.9
1.B.2 - Petróleo y gas natural											
1.B.2.a - Petróleo											
1.B.2.a.i. Exploración	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.ii. Producción y mejoramiento de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii. - Transporte (10 ³ m ³)	2,443.1	2,530.0	2,563.5	2,082.0	2,374.2	2,378.0	2,423.6	2,422.7	2,435.9	2,148.4	2,111.1
1.B.2.a.iv. - Refinación (10 ³ m ³)	2,443.1	2,530.0	2,563.5	2,082.0	2,374.2	2,378.0	2,423.6	2,422.7	2,435.9	2,148.4	2,111.1
1.B.2.a.v. - Distribución de productos de petróleo											
Combustible para aviación (10 ³ m ³)	538.0	559.7	602.7	593.5	1,002.7	621.1	651.9	650.9	512.7	487.9	612.9
Gasóleo/ diésel (10 ³ m ³)	2,158.9	2,737.7	3,025.7	2,364.0	269.1	2,023.1	1,876.7	1,684.7	1,651.3	1,375.9	1,415.0
Gasolina de motor (10 ³ m ³)	1,536.2	1,656.9	1,696.9	1,689.0	213.6	1,689.5	1,547.7	1,437.3	1,350.4	1,308.9	1,217.0
1.B.2.a.vi - Otro	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.vii - Pozos petroleros abandonados	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b. Gas Natural											
1.B.2.b.i - Exploración	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii. - Producción y recolección de gas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii. - Procesamiento (10 ⁶ m ³)	NO	NO	NO	NO	277.0	159.1	220.0	360.6	523.9	545.8	277.0
1.B.2.b.iv. - Transmisión y almacenamiento de gas											
Transmisión (10 ⁶ m ³)	NO	NO	NO	NO	277.0	159.1	220.0	360.6	523.9	545.8	277.0
Almacenamiento (10 ⁶ m ³)	NO	NO	NO	NO	277.0	159.1	220.0	360.6	523.9	545.8	277.0
1.B.2.b.v. - Distribución (10 ⁶ m ³)	NO	NO	NO	NO	277.0	159.1	220.0	360.6	523.9	545.8	277.0
1.B.2.b.vi - Post medido	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.vii. - Otro	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

1.B.2.b.viii. - Pozos de gas abandonados	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1 Transporte de CO2												
1C1a Gasoductos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1b Embarcaciones	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1c Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2 Inyecciones y almacenamiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2a Inyección	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2b Almacenamiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C3 Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia con base en el BNEN

Sector Energía: datos de actividad (TJ), serie 1998-2019

DATOS DE ACTIVIDAD 1A QUEMA DE COMBUSTIBLES FOSILES (TJ)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.A.1 - Industrias de la Energía											
1.A.1.a - Producción de Electricidad y Calor como Actividad Principal											
1.A.1.a.i - Generación de Electricidad											
Petróleo crudo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Gasolina de motor	640.7	664.5	668.1	690.3	685.3	646.2	653.2	656.4	642.3	120.6	161.7
Gasóleo/ diésel	19,813.6	18,118.4	23,300.1	21,936.8	15,665.3	16,938.9	19,726.5	19,348.9	12,795.9	36,758.5	38,406.0
Fuelóleo residual	49,782.0	52,147.1	51,502.5	47,324.2	48,359.1	54,634.5	63,446.6	65,871.1	54,719.4	51,814.4	49,202.3
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	22,995.0	21,573.2	23,279.4	25,684.5	25,274.3	29,236.8	27,734.7	28,427.8	30,053.9	28,561.7	45,364.9
Gas Natural (seco)	18,048.1	28,593.3	30,357.9	35,188.7	36,640.6	35,905.9	36,590.5	34,416.9	40,393.4	39,898.0	53,170.1
Otra biomasa sólida primaria	981.8	1,004.4	950.6	1,018.4	973.6	972.7	973.6	1,090.8	2,639.1	4,044.2	5,367.4
1.A.1.a.ii - Generación Combinada de Calor y Energía (CHP)											
1.A.1.a.iii - Centrales de Calor											
1.A.1.b - Refinación de Petróleo											
Gas de refinería	1,083.8	1,256.0	1,202.4	1,178.2	1,151.8	1,359.9	365.5	1,568.0	1,389.1	1,773.1	1,768.2
Gasóleo/ diésel	147.0	204.6	243.9	184.4	173.1	167.7	53.6	162.4	148.2	148.0	159.2
Fuelóleo residual	1,221.0	1,300.1	1,191.0	1,091.6	1,202.0	966.1	294.3	730.3	600.5	678.6	705.4
1.A.1.c - Fabricación de Combustibles Sólidos y Otras Industrias de la Energía											
1.A.1.c.i - Fabricación de Combustibles Sólidos											
1.A.1.c.ii - Otras Industrias de la Energía											
Madera / Desechos de madera	4,708.7	4,867.3	4,928.6	4,985.0	5,109.5	5,332.3	5,552.3	5,775.9	5,947.2	5,334.1	5,328.6
1.A.2 - Industrias Manufactureras y de la Construcción											
1.A.2.a - Hierro y acero											
1.A.2.b - Metales no ferrosos											
1.A.2.c - Productos químicos											
Gas Natural (seco)	17.2	50.4	162.1	206.9	173.4	166.8	167.9	168.2	162.3	147.8	145.1
Gases Licuados de Petróleo	27.3	26.9	24.6	24.0	24.8	26.8	29.4	30.7	30.2	30.5	31.5
Gasóleo/ diésel	2.9	3.1	2.6	2.7	2.8	2.3	3.2	3.5	3.2	2.8	3.4
Fuelóleo residual	116.1	106.2	23.6	45.2	138.1	61.2	3.7	81.4	114.2	110.9	146.9
1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta											

Gases Licuados de Petróleo	7.4	7.3	6.7	6.5	6.7	7.2	8.0	8.3	8.2	8.2	8.5
Fuelóleo residual	1,309.9	1,197.6	265.7	509.9	1,557.4	690.6	41.9	918.2	1,287.9	185.8	246.1
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco											
Gas Natural (seco)	138.1	404.0	1,300.0	1,659.7	1,390.4	1,337.7	1,346.3	1,349.0	1,301.3	747.0	733.6
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	NO	NO	NO	NO	NO	87.8	507.2	590.7	958.1	17.7	18.9
Madera / Desechos de madera	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	143.6	59.5
Otra biomasa sólida primaria	11,110.1	11,279.4	10,712.0	11,751.4	11,058.2	11,584.3	9,746.2	11,022.3	12,267.9	11,396.0	7,934.4
Gases Licuados de Petróleo	978.5	963.2	883.6	862.0	890.6	960.4	1,055.5	1,102.3	1,081.8	729.5	754.0
Gasolina de motor	38.5	41.5	42.9	43.0	44.5	46.9	49.1	51.4	52.9	56.0	NO
Gasóleo/ diésel	171.9	181.3	153.4	161.5	100.4	138.7	189.6	207.6	191.5	162.6	200.5
Fuelóleo residual	3,109.0	2,842.5	630.7	1,210.1	3,696.3	1,639.2	99.5	2,179.3	3,056.8	5,102.5	6,757.0
Coque de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3.5	3.8
1.A.2.f - Minerales no metálicos											
Gas Natural (seco)	45.0	131.6	423.4	540.5	452.8	435.7	438.5	439.4	423.8	718.4	705.5
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	2,363.2	2,518.8	2,451.8	2,533.5	2,701.9	3,078.6	3,178.4	3,172.4	3,223.0	4,052.9	3,836.7
Gases Licuados de Petróleo	12.6	12.4	11.4	11.1	11.5	12.4	13.6	14.2	13.9	14.1	14.5
Gasolina de motor	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.2	1.2	NO	NO
Gasóleo/ diésel	189.6	200.0	169.2	178.1	183.2	152.9	209.1	228.9	211.1	179.3	221.1
Coque de petróleo	4,793.5	6,956.1	7,139.0	6,910.7	6,956.5	8,257.0	9,854.1	8,099.2	7,525.2	7,929.7	7,506.6
1.A.2.g - Equipo de transporte											
1.A.2.h - Maquinaria											
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería											
Gasóleo/ diésel	2,415.8	2,508.7	2,170.3	2,336.0	2,372.2	1,919.6	1,919.6	2,812.9	2,638.3	2,029.1	2,502.0
Fuelóleo residual	14,757.8	13,492.8	2,993.6	5,744.4	17,545.9	7,780.9	472.4	10,344.6	14,509.9	14,433.1	19,112.9
Coque de petróleo	27.4	27.3	27.3	27.2	27.4	27.5	27.3	27.1	26.9	28.1	28.3
1.A.2.j - Madera y productos de la madera											
1.A.2.k - Construcción											
1.A.2.l - Textiles y cuero											
Gas Natural (seco)	4.4	12.9	41.4	52.9	44.3	42.6	42.9	43.0	5.6	NO	NO
Madera / Desechos de madera	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	40.9	38.5
Gases Licuados de Petróleo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	5.7	9.8	10.1
Gasolina de motor	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.3	0.3

Gasóleo/ diésel	56.8	59.9	50.7	53.4	54.9	45.8	62.7	68.6	8.6	0.8	1.0
Fuelóleo residual	845.6	773.1	171.5	329.1	1,005.3	445.8	27.1	592.7	28.2	3.1	4.1
1.A.2.m - Industria no especificada											
Gas Natural (seco)	126.3	382.7	1,241.1	1,622.6	1,330.4	1,257.6	1,243.4	1,221.6	1,195.0	2,317.5	2,276.0
Gases Licuados de Petróleo	621.8	612.1	561.5	547.8	565.9	610.3	670.7	700.4	687.4	141.7	145.2
Gasolina de motor	2.2	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	0.3	0.3
Madera / Desechos de madera	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,202.5	1,177.5	1,216.4
Gasóleo/ diésel	64.2	70.2	59.8	64.5	64.9	53.3	71.5	76.8	71.8	61.0	75.2
Fuelóleo residual	161.4	147.5	32.7	62.8	191.9	85.1	5.2	113.1	158.7	572.5	758.1
Otras Primarias	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1.5	1.6
Coque de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	6.2	6.4
1.A.3 - Transporte											
1.A.3.a - Aviación Civil											
1.A.3.a.i - Aviación internacional (Tanques internacionales)											
Queroseno para motor a reacción	17,482.0	17,965.6	18,306.9	18,129.6	18,429.6	20,096.6	21,175.7	21,454.3	23,300.3	22,307.4	20,928.9
1.A.3.a.ii - Aviación doméstica											
Gasolina de aviación	32.5	73.7	37.1	54.8	38.0	43.2	30.2	46.5	42.9	21.6	29.4
Queroseno para motor a reacción	812.7	77.0	109.4	2,514.7	339.9	823.2	194.7	536.9	303.8	1,476.4	1,385.1
1.A.3.b - Transporte Terrestre											
1.A.3.b.i - Automóviles											
1.A.3.b.i.1 -Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales											
1.A.3.b.i.2 - Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales											
Gasolina de motor	20,482.2	21,832.5	28,252.5	29,469.6	23,110.0	18,864.0	22,454.9	24,031.9	24,370.8	27,406.9	27,687.9
Gasóleo/ diésel	3,007.8	3,055.3	2,586.6	2,801.2	2,867.9	2,348.8	3,193.8	3,502.9	3,327.9	2,078.7	2,563.2
Gases Licuados de Petróleo	10,837.8	10,424.8	9,692.3	9,838.7	10,233.5	10,967.0	12,168.5	12,965.8	13,393.2	13,853.3	14,319.2
Gas natural licuado	NO	23.1	206.3	669.9	953.8	1,201.2	933.2	824.2	668.4	728.0	860.7
1.A.3.b.ii - Camiones para servicio ligero											
1.A.3.b.ii.1 - Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales											
1.A.3.b.ii.2 - Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales											
Gases Licuados de Petróleo	3,918.4	3,769.0	3,504.2	3,557.1	3,699.9	3,965.1	4,399.5	4,687.7	4,842.2	5,008.6	5,177.0
Gasolina de motor	5,176.5	5,517.8	7,140.4	7,448.0	5,840.7	4,767.6	5,675.1	6,073.7	6,159.3	6,926.7	6,997.7
Gasóleo/ diésel	18,593.9	18,887.6	15,990.1	17,316.7	17,729.2	14,520.3	19,743.7	21,654.3	20,572.6	12,850.5	15,845.6

1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses											
Gases Licuados de Petróleo	1,061.9	1,021.4	949.6	964.0	1,002.7	1,074.5	1,192.3	1,270.4	1,312.3	1,357.3	1,403.0
Gasolina de motor	3,078.0	3,280.9	4,245.7	4,428.6	3,472.9	2,834.8	3,374.5	3,611.5	3,662.4	4,118.7	4,160.9
Gasóleo/ diésel	8,514.5	8,649.0	7,322.2	7,929.7	8,118.6	6,649.1	9,041.0	9,915.9	9,420.6	5,884.5	7,256.0
1.A.3.b.iv - Motocicletas											
Gasolina de motor	4,145.2	4,418.5	5,717.7	5,964.1	4,677.0	3,817.7	4,544.4	4,863.6	4,932.2	5,546.6	5,603.5
1.A.3.c - Ferrocarriles											
Gasóleo/ diésel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial											
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.d.ii. Navegación marítima y fluvial nacional	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.e. Otro transporte											
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.ii. Todo terreno	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.A.4 - Otros Sectores											
1.A.4.a - Comercial / Institucional											
Gas natural (seco)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	95.2	93.6
Madera / Desechos de madera	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	24.7	26.1
Gases Licuados de Petróleo	2,366.9	2,231.9	2,030.1	2,026.0	2,061.3	2,197.4	2,394.1	2,476.8	2,449.0	2,053.5	2,122.6
Gasolina de motor	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	32.0	32.3
Gasóleo/ diésel	58.4	59.4	50.3	54.6	55.7	46.8	64.1	70.4	66.5	56.5	69.7
Carbón Vegetal	53.3	55.9	58.4	60.8	62.8	67.6	71.7	76.3	81.4	33.6	37.1
1.A.4.b - Residencial											
Madera / Desechos de madera	13,286.3	13,360.9	13,179.4	12,976.5	12,944.0	13,130.7	13,284.3	13,417.9	13,402.0	12,232.0	12,915.7
Otra biomasa sólida primaria	76.7	78.5	80.0	81.6	83.2	84.6	86.1	87.5	88.9	89.1	89.0
Gases Licuados de Petróleo	18,013.4	16,937.0	15,530.3	15,635.0	16,159.4	17,189.1	18,787.3	19,487.0	19,312.7	21,649.2	22,377.2
Otro queroseno	384.3	403.6	420.6	393.6	411.5	417.9	248.2	367.2	277.6	343.2	348.5
Carbón Vegetal	2,522.4	2,606.5	2,637.5	2,666.0	2,732.1	2,849.2	2,965.4	3,083.1	3,171.7	2,884.2	2,877.6
1.A.4.c - Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías											
1.A.5 - No Especificado											
1.A.5.a - Estacionaria											
Gases Licuados de Petróleo	609.7	579.2	522.3	515.5	527.1	561.5	608.3	626.3	610.6	595.7	615.8

Gasolina de motor	868.5	904.6	919.0	930.8	954.4	994.0	1,024.9	1,058.9	1,082.4	1,102.9	1,114.2
1.A.5.b - Móvil											
1.A.5.c - Operaciones multilaterales											
DATOS DE ACTIVIDAD 1B EMISIONES FUGITIVAS (UNIDADES PROPIAS)											
1.B.1 - Combustibles sólidos											
1.B.1.c. Transformación de combustible											
Carbón vegetal producido (kt)	89.1	92.2	93.3	94.4	96.7	101.0	105.1	109.4	112.6	101.0	100.9
1.B.2 - Petróleo y gas natural											
1.B.2.a - Petróleo											
1.B.2.a.i. Exploración	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.ii. Producción y mejoramiento de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii. - Transporte (10 ³ m ³)	1,510.1	1,623.9	1,539.0	1,438.0	1,593.0	1,574.2	943.7	1,307.3	1,128.7	1,422.1	1,363.0
1.B.2.a.iv. - Refinación (10 ³ m ³)	1,510.1	1,623.9	1,539.0	1,438.0	1,593.0	1,574.2	943.7	1,311.9	1,076.5	1,454.3	1,384.1
1.B.2.a.v. - Distribución de productos de petróleo											
Combustible para aviación (10 ³ m ³)	508.0	500.1	488.0	527.9	473.7	548.5	577.3	429.1	374.4	325.3	334.2
Gasóleo/ diésel (10 ³ m ³)	1,428.4	1,463.1	1,507.0	1,470.9	1,388.4	1,442.5	1,535.6	1,418.1	1,333.3	994.1	1,434.7
Gasolina de motor (10 ³ m ³)	1,358.2	1,418.9	1,378.9	1,380.8	1,352.9	1,386.1	1,516.0	1,547.2	1,471.5	1,246.4	1,455.0
1.B.2.a.vi - Otro	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.vii - Pozos petroleros abandonados	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b. Gas Natural											
1.B.2.b.i - Exploración	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii. - Producción y recolección de gas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii. - Procesamiento (10 ⁶ m ³)	530.6	856.7	986.8	1,170.0	1,196.7	1,177.7	1,189.7	1,123.5	1,287.7	1,283.6	1,484.1
1.B.2.b.iv. - Transmisión y almacenamiento de gas											
Transmisión (10 ⁶ m ³)	530.6	856.7	986.8	1,170.0	1,196.7	1,177.7	1,189.7	1,123.5	1,287.7	1,283.6	1,484.1
Almacenamiento (10 ⁶ m ³)	530.6	856.7	986.8	1,170.0	1,196.7	1,177.7	1,189.7	1,123.5	1,287.7	1,283.6	1,484.1
1.B.2.b.v. - Distribución (10 ⁶ m ³)	530.6	856.7	986.8	1,170.0	1,196.7	1,177.7	1,189.7	1,123.5	1,287.7	1,283.6	1,484.1
1.B.2.b.vi - Post medido	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.vii. - Otro	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.viii. - Pozos de gas abandonados	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1 Transporte de CO2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

1C1a Gasoductos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1b Embarcaciones	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C1c Otros (sírvese especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2 Inyecciones y almacenamiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2a Inyección	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C2b Almacenamiento	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1C3 Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia con base en el BNEN

Sector Energía: datos de actividad (TJ), serie 2020-2022

DATOS DE ACTIVIDAD 1A QUEMA DE COMBUSTIBLES FOSILES (TJ)			
	2020	2021	2022
1.A.1 - Industrias de la Energía			
1.A.1.a - Producción de Electricidad y Calor como Actividad Principal			
1.A.1.a.i - Generación de Electricidad			
Petróleo crudo	NO	NO	NO
Gasolina de motor	153.1	162.3	165.808
Gasóleo/ diésel	23,016.2	28,096.7	29341.2
Fuelóleo residual	24,795.1	30,175.5	38290.42
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	74,567.6	72,038.4	76225.09
Gas Natural (seco)	47,560.4	56,172.6	52496.73
Otra biomasa sólida primaria	3,764.3	4,411.0	6618.606
1.A.1.a.ii - Generación Combinada de Calor y Energía (CHP)			
1.A.1.a.iii - Centrales de Calor			
1.A.1.b - Refinación de Petróleo			
Gas de refinería	798.2	1,901.8	1792.356
Gasóleo/ diésel	115.4	153.0	169.1682
Fuelóleo residual	372.9	509.2	543.7346
1.A.1.c - Fabricación de Combustibles Sólidos y Otras Industrias de la Energía (1.A.1.c)			
1.A.1.c.i - Fabricación de Combustibles Sólidos			
1.A.1.c.ii - Otras Industrias de la Energía			
Madera / Desechos de madera	5,623.3	5,665.2	6427.597
1.A.2 - Industrias Manufactureras y de la Construcción			
1.A.2.a - Hierro y acero			
1.A.2.b - Metales no ferrosos			
1.A.2.c - Productos químicos			
Gas Natural (seco)	135.8	158.2	224.4
Gases Licuados de Petróleo	27.7	30.7	30.4
Gasóleo/ diésel	3.2	3.3	3.5
Fuelóleo residual	110.0	97.1	92.7

1.A.2.d - Pulpa, papel, y imprenta			
Gases Licuados de Petróleo	7.5	8.3	8.2
Fuelóleo residual	184.3	162.6	155.3
1.A.2.e - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco			
Gas Natural (seco)	686.6	799.4	1,134.1
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	16.5	17.8	19.3
Madera / Desechos de madera	61.8	59.5	70.9
Otra biomasa sólida primaria	7,367.9	7,622.9	8,539.2
Gases Licuados de Petróleo	662.7	735.4	728.0
Gasolina de motor	NO	NO	NO
Gasóleo/ diésel	190.3	196.8	207.2
Fuelóleo residual	5,059.8	4,464.7	4,264.4
Coque de petróleo	3.3	3.5	3.8
1.A.2.f - Minerales no metálicos			
Gas Natural (seco)	660.3	768.8	1,090.7
Carbón Mineral (Sub-bituminoso)	3,538.7	3,763.4	4,039.3
Gases Licuados de Petróleo	12.8	14.2	14.0
Gasolina de motor	NO	NO	NO
Gasóleo/ diésel	209.8	217.0	228.4
Coque de petróleo	6,923.5	7,363.2	7,902.9
1.A.2.g - Equipo de transporte			
1.A.2.h - Maquinaria			
1.A.2.i - Minería (con excepción de combustibles) y cantería			
Gasóleo/ diésel	2,374.4	2,455.8	2,585.1
Fuelóleo residual	14,312.2	12,629.0	12,062.4
Coque de petróleo	25.8	26.3	26.0
1.A.2.j - Madera y productos de la madera			
1.A.2.k - Construcción			
1.A.2.l - Textiles y cuero			
Gas Natural (seco)	NO	NO	NO
Madera / Desechos de madera	37.1	37.3	37.6
Gases Licuados de Petróleo	8.9	9.9	9.8

Gasolina de motor	0.3	0.4	0.4
Gasóleo/ diésel	0.9	1.0	1.0
Fuelóleo residual	3.1	2.7	2.6
1.A.2.m - Industria no especificada			
Gas Natural (seco)	2,130.1	2,480.3	3,518.7
Gases Licuados de Petróleo	128.7	142.8	141.4
Gasolina de motor	0.3	0.3	0.4
Madera / Desechos de madera	1,127.5	1,248.4	1,242.7
Gasóleo/ diésel	71.4	73.8	77.7
Fuelóleo residual	567.7	500.9	478.5
Otras Primarias	1.5	1.6	1.6
Coque de petróleo	5.8	6.2	6.2
1.A.3 - Transporte			
1.A.3.a - Aviación Civil			
1.A.3.a.i - Aviación internacional (Tanques internacionales)			
Queroseno para motor a reacción	9,547.9	15,574.4	21,770.0
1.A.3.a.ii - Aviación doméstica			
Gasolina de aviación	3.9	18.5	27.2
Queroseno para motor a reacción	631.9	1,030.8	1,440.8
1.A.3.b - Transporte Terrestre			
1.A.3.b.i - Automóviles			
1.A.3.b.i.1 -Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales			
1.A.3.b.i.2 - Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales			
Gasolina de motor	25,064.2	32,218.6	34,925.3
Gasóleo/ diésel	2,432.5	2,515.9	2,648.4
Gases Licuados de Petróleo	12,585.1	13,966.4	13,825.4
Gas natural licuado	510.2	619.2	641.8
1.A.3.b.ii - Camiones para servicio ligero			
1.A.3.b.ii.1 - Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales			
1.A.3.b.ii.2 - Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales			
Gases Licuados de Petróleo	4,550.1	5,049.5	4,998.5
Gasolina de motor	6,334.6	8,142.7	8,826.8

Gasóleo/ diésel	15,037.4	15,553.3	16,371.8
1.A.3.b.iii - Camiones para servicio pesado y autobuses			
Gases Licuados de Petróleo	1,233.1	1,368.4	1,354.6
Gasolina de motor	3,766.6	4,841.7	5,248.5
Gasóleo/ diésel	6,885.9	7,122.2	7,497.0
1.A.3.b.iv - Motocicletas			
Gasolina de motor	5,072.5	6,520.4	7,068.2
1.A.3.c - Ferrocarriles			
Gasóleo/ diésel	NE	NE	NE
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial			
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	NE	NE	NE
1.A.3.d.ii. Navegación marítima y fluvial nacional	NE	NE	NE
1.A.3.e. Otro transporte			
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	NE	NE	NE
1.A.3.e.ii. Todo terreno	NE	NE	NE
1.A.4 - Otros Sectores			
1.A.4.a - Comercial / Institucional			
Gas natural (seco)	57.6	77.0	95.9
Madera / Desechos de madera	20.6	31.5	34.0
Gases Licuados de Petróleo	1,865.5	2,070.3	2,049.4
Gasolina de motor	29.3	37.6	40.8
Gasóleo/ diésel	66.1	68.4	72.0
Carbón Vegetal	33.3	53.3	54.5
1.A.4.b - Residencial			
Madera / Desechos de madera	13,393.6	13,465.8	15,002.7
Otra biomasa sólida primaria	88.8	88.7	88.6
Gases Licuados de Petróleo	19,667.2	21,825.8	21,605.5
Otro queroseno	164.6	293.8	326.5
Carbón Vegetal	3,042.7	3,045.6	3,461.4
1.A.4.c - Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías			
1.A.5 - No Especificado			
1.A.5.a - Estacionaria			

Gases Licuados de Petróleo	541.2	600.6	594.5
Gasolina de motor	1,008.6	1,296.5	1405.4
1.A.5.b - Móvil			
1.A.5.c - Operaciones multilaterales			
DATOS DE ACTIVIDAD 1B EMISIONES FUGITIVAS (UNIDADES PROPIAS)			
1.B.1 - Combustibles sólidos			
1.B.1.c. Transformación de combustible			
Carbón vegetal producido (kt)	106.5	107.3	121.7
1.B.2 - Petróleo y gas natural			
1.B.2.a - Petróleo			
1.B.2.a.i. Exploración	NO	NO	NO
1.B.2.a.ii. Producción y mejoramiento de petróleo	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii. - Transporte (10 ³ m ³)	529.8	1,371.4	1,278.5
1.B.2.a.iv. - Refinación (10 ³ m ³)	561.6	1,338.8	1,250.4
1.B.2.a.v. - Distribución de productos de petróleo			
Combustible para aviación (10 ³ m ³)	144.6	258.2	364.3
Gasóleo/ diésel (10 ³ m ³)	1,103.2	1,308.3	1,396.0
Gasolina de motor (10 ³ m ³)	1,248.3	1,479.2	1,352.4
1.B.2.a.vi - Otro	NO	NO	NO
1.B.2.a.vii - Pozos petroleros abandonados	NO	NO	NO
1.B.2.b. Gas Natural			
1.B.2.b.i - Exploración	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii. - Producción y recolección de gas	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii. - Procesamiento (10 ⁶ m ³)	1,634.9	2,011.6	2,014.2
1.B.2.b.iv. - Transmisión y almacenamiento de gas			
Transmisión (10 ⁶ m ³)	1,634.9	2,011.6	2,014.2
Almacenamiento (10 ⁶ m ³)	1,634.9	2,011.6	2,014.2
1.B.2.b.v. - Distribución (10 ⁶ m ³)	1,634.9	2,011.6	2,014.2
1.B.2.b.vi - Post medido	NO	NO	NO
1.B.2.b.vii. - Otro	NO	NO	NO
1.B.2.b.viii. - Pozos de gas abandonados	NO	NO	NO

1C Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO
1C1 Transporte de CO2			
1C1a Gasoductos	NO	NO	NO
1C1b Embarcaciones	NO	NO	NO
1C1c Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO
1C2 Inyecciones y almacenamiento			
1C2a Inyección	NO	NO	NO
1C2b Almacenamiento	NO	NO	NO
1C3 Otros	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia con base en el BNEN

Sector Energía: Método de Referencia.

Sector Energía: Método de Referencia - Datos Producción

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	PRODUCCIÓN (TJ)												
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Líquidos	Secundarios	GLP	1,909.18	1,809.74	1,997.26	1,517.86	1,715.46	1,800.00	1,480.22	1,567.29	1,486.94	1,119.89	1,091.12	1,126.26	1,222.97
Líquidos	Secundarios	Gasolinas + alcohol (gasolina de motor)	16,590.71	19,548.93	17,291.55	16,364.00	18,861.38	19,932.66	19,647.93	19,773.22	19,358.06	17,897.67	17,255.96	10,879.82	11,883.38
Líquidos	Secundarios	Kerosene	395.97	482.80	498.64	403.70	531.76	482.92	419.04	436.89	460.44	351.98	332.63	384.26	403.61
Líquidos	Secundarios	Avtur (jet kerosene)	9,888.95	12,057.34	12,506.04	10,086.71	11,328.58	10,288.11	10,057.06	10,523.35	11,050.54	8,447.44	9,962.06	9,222.29	9,686.56
Líquidos	Secundarios	Diesel	17,356.87	15,828.55	15,808.43	14,689.08	17,687.26	18,361.64	18,073.72	18,376.27	19,562.65	15,578.97	15,796.62	14,804.38	16,531.59
Líquidos	Secundarios	Fuel oil	40,268.80	40,047.23	40,013.54	27,981.81	30,404.40	30,544.72	33,675.37	31,067.45	30,902.24	28,923.13	25,117.18	14,492.84	15,027.71
Líquidos	Secundarios	Gases	680.92	723.25	751.94	602.00	684.54	667.65	681.26	656.96	668.95	563.81	621.08	566.78	609.49
Sólido	Secundarios	Carbón vegetal	2,556.97	2,505.94	2,464.89	2,306.48	2,330.25	2,312.07	2,317.08	2,415.83	2,512.03	2,585.80	2,598.76	2,575.67	2,662.42
Biomasa	Biomasa	Leña (madera / residuos de madera)	21,978.99	22,608.71	23,368.98	22,706.10	22,866.21	22,227.83	21,944.91	22,518.53	23,041.81	23,319.23	23,013.09	22,379.06	22,637.01
Biomasa	Biomasa	Bagazo + otras primarias	11,531.43	10,844.22	12,251.51	12,422.07	13,228.30	12,848.34	14,152.40	12,692.25	12,129.17	12,443.93	12,230.70	12,196.04	12,390.36

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	PRODUCCIÓN (TJ)											
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Líquidos	Secundarios	GLP	922.49	652.86	592.68	713.62	317.23	746.91	486.44	628.21	1,222.94	768.34	1,598.13	1,465.28
Líquidos	Secundarios	Gasolinas + alcohol (gasolina de motor)	10,672.14	10,189.74	11,695.07	11,776.87	6,953.69	10,103.90	8,361.28	11,300.33	10,659.60	4,315.54	10,725.12	9,753.41
Líquidos	Secundarios	Kerosene	420.59	393.63	411.47	417.92	248.23	367.18	277.59	340.65	355.06	152.21	291.32	329.58
Líquidos	Secundarios	Avtur (jet kerosene)	10,094.17	9,447.22	9,875.31	10,030.09	5,957.61	8,812.42	6,662.20	8,175.51	8,521.46	3,653.06	6,991.75	7,909.84
Líquidos	Secundarios	Diesel	14,744.19	14,497.55	15,682.94	15,670.92	9,005.61	13,314.06	11,534.57	14,979.46	14,239.45	5,267.96	12,684.22	10,453.97
Líquidos	Secundarios	Fuel oil	14,774.23	13,192.04	15,536.94	14,558.05	9,258.35	12,290.66	10,068.54	14,734.82	13,125.76	5,439.16	14,577.87	13,830.65
Líquidos	Secundarios	Gases	577.64	539.73	597.90	590.86	354.20	512.10	417.76	558.70	539.92	221.64	524.84	491.48
Sólido	Secundarios	Carbón vegetal	2,695.94	2,726.78	2,794.91	2,916.78	3,037.08	3,159.40	3,253.14	2,917.74	2,914.74	3,075.95	3,098.87	3,515.88
Biomasa	Biomasa	Leña (madera / residuos de madera)	22,456.97	22,243.54	22,324.99	22,796.19	23,220.58	23,621.90	23,772.30	18,952.87	19,584.75	20,263.99	20,507.70	22,815.36
Biomasa	Biomasa	Bagazo + otras primarias	11,320.82	12,463.39	11,692.56	12,217.64	10,376.37	11,756.66	14,530.58	7,722.06	7,915.89	7,239.80	8,200.99	8,754.08

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en el BNEN

Sector Energía: Método de Referencia - Datos importación

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	IMPORTACION (TJ)												
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Líquido	Primarios	Petróleo crudo	92,525.19	87,865.49	86,834.47	80,052.59	83,929.02	88,148.88	89,284.61	88,412.13	89,582.32	78,514.26	73,002.37	54,211.57	57,574.55
Líquidos	Secundarios	GLP	21,658.06	21,664.10	24,127.82	23,068.12	22,418.63	21,141.81	25,014.45	28,796.64	31,023.39	35,089.26	37,348.90	36,902.65	35,928.57
Líquidos	Secundarios	Gasolinas + alcohol	32,813.83	33,502.81	33,084.01	33,592.85	35,586.74	31,644.59	28,352.17	26,224.23	24,031.05	25,816.39	20,767.84	27,634.34	30,730.89
Líquidos	Secundarios	Gasolina de aviación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Líquidos	Secundarios	Avtur (jet kerosene)	4,943.47	5,190.20	6,241.26	6,906.28	3,106.71	6,825.83	8,601.15	7,954.29	7,053.40	9,863.14	8,388.46	8,903.65	8,636.20
Líquidos	Secundarios	Diesel	60,353.89	78,216.02	84,370.12	63,677.98	63,468.59	45,626.61	45,611.28	45,829.12	45,776.11	43,625.21	44,565.24	43,895.93	41,001.83
Líquidos	Secundarios	Fuel oil	26,733.79	20,146.31	31,213.08	56,453.61	62,814.23	43,856.89	18,979.52	36,256.72	33,062.41	35,376.53	39,442.40	46,811.80	47,316.62
Sólido	Primarios	Carbon mineral (sub bituminoso)	2,545.30	1,396.25	2,637.66	2,872.68	12,427.41	20,195.64	24,088.40	20,856.21	26,285.40	28,920.40	26,584.79	26,677.20	26,711.13
Líquidos	Secundarios	Coque de petróleo	1,254.42	1,898.43	2,056.09	3,009.12	4,020.17	2,652.87	8,135.34	7,700.24	13,165.28	12,557.31	12,184.13	7,847.69	11,388.10
Gaseoso	Primarios	Gas natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10,884.55	4,558.49	8,994.50	11,249.40	20,444.05	16,963.00	19,331.05	30,051.60

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	IMPORTACION (TJ)											
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Líquido	Primarios	Petróleo crudo	56,054.09	54,184.27	56,271.55	56,362.49	34,687.73	49,597.98	42,232.77	53,122.41	51,867.16	20,449.12	52,443.23	48,951.04
Líquidos	Secundarios	GLP	33,011.52	32,473.51	35,057.70	37,601.21	41,653.29	43,607.27	44,311.22	44,963.61	45,592.53	40,644.08	44,156.27	43,969.18
Líquidos	Secundarios	Gasolinas + alcohol	42,832.04	45,154.79	32,840.93	25,273.26	35,607.99	36,199.06	38,289.00	39,277.85	41,592.62	43,054.53	49,676.95	54,785.58
Líquidos	Secundarios	Gasolina de aviación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.58	29.36	3.89	18.52	27.22
Líquidos	Secundarios	Avtur (jet kerosene)	8,276.07	11,181.51	8,822.77	10,613.64	15,332.79	13,149.42	16,907.38	15,546.46	13,949.97	6,230.06	9,554.31	15,374.78
Líquidos	Secundarios	Diesel	41,531.76	43,752.78	36,675.78	32,734.06	51,109.68	50,199.30	45,111.58	45,205.47	52,734.52	44,429.99	43,472.21	49,111.53
Líquidos	Secundarios	Fuel oil	40,574.09	39,518.58	45,591.80	46,321.42	55,777.18	62,006.92	55,543.63	58,204.83	63,698.37	40,231.22	33,936.68	41,645.73
Sólido	Primarios	Carbón mineral (sub bituminoso)	29,488.34	23,024.54	27,451.29	34,159.35	32,669.53	32,889.11	36,781.16	38,123.74	55,506.15	82,057.35	77,150.22	79,521.36
Líquidos	Secundarios	Coque de petróleo	11,687.60	11,313.89	11,388.78	13,517.99	16,132.66	13,259.63	12,319.83	7,967.57	7,545.11	6,958.38	7,399.24	7,938.98
Gaseoso	Primarios	Gas natural	33,341.75	42,450.54	40,601.03	39,811.72	42,123.45	38,704.93	46,315.82	45,225.43	55,354.21	59,002.61	71,711.11	75,548.39

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en el BNEN

Sector Energía: Método de Referencia - Datos exportación

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	EXPORTACION (TJ)												
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Sólido	Secundarios	Carbón vegetal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gaseoso	Primarios	Gas natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Categorías	Tipo de combustibles	Combustibles	EXPORTACION (TJ)											
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sólido	Secundarios	Carbón vegetal	0.00	73.20	101.10	129.93	103.40	103.40	103.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gaseoso	Primarios	Gas natural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	1,489.06	1,203.37	1,515.97	2,315.31	2,118.14	4,414.42

Fuente: elaboración propia a partir de datos publicados en el BNEN

Sector Energía: Método de Referencia - Valores por defecto del contenido de carbono

Fuente	Contenido de Carbono
Petróleo	20.0
GLP	17.2
Gasolinas + alcohol (gasolina de motor)	18.9
Gasolina de aviación	19.1
Kerosene	19.6
Avtur (jet kerosene)	19.5
Diesel	20.2
Fuel oil	21.1
Gases	15.7
Carbón mineral (sub bituminoso)	26.2
Coque de petróleo	26.6
Carbón vegetal	30.5
Leña (madera / residuos de madera)	30.5
Bagazo + otras primarias	27.3
Gas natural	15.3

Fuente: tabla 1.3, capítulo 1. Directrices IPCC 2006

Sector Energía: Informe de Juicio de Expertos, a partir de Reunión técnica sobre coherencia de datos de balance energético e inventario nacional de GEI del sector Energía en República Dominicana

En documento interno respaldado en archivo

Anexo. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos
No se incluyen anexos en este sector

Anexo. Sector Agricultura
No se incluyen anexos en este sector

Anexo. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

A continuación, se reporta las matrices de representación coherente de las tierras para el periodo 2000 -2022.

2022

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
4.A. Tierras forestales	1.957.006	-	33.517	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	8.069	826.747	-	-	-	-	
	14.276	-	1.699.424	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	72.620	-	-	
4.E. Asentamientos	621	-	-	-	111.723	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	53.379	
	1.979.972	826.747	1.732.941	72.620	111.723	53.379	4.777.380

2021

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
4.A. Tierras forestales	1.975.006	-	4.345	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	4.965	834.816	-	-	-	-	
	10.552	-	1.709.355	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	72.620	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	112.343	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	53.379	
	1.990.523	834.816	1.713.700	72.620	112.343	53.379	4.777.380

2020

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.958.868	-	24.207	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	6.207	839.781	-	-	-	-	
	13.655	-	1.695.700	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	72.620	-	-	
4.E. Asentamientos	621	-	-	-	112.343	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	53.379	
	1.979.351	839.781	1.719.906	72.620	112.343	53.379	4.777.380

2019

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.968.799	-	8.069	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	4.345	845.988	-	-	-	-	
	8.069	-	1.701.286	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	72.620	-	-	
4.E. Asentamientos	1.862	-	-	-	112.964	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	53.379	
	1.983.075	845.988	1.709.355	72.620	112.964	53.379	4.777.380

2018

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.964.455	2.483	10.552	-	621	1.241	
4.B. Tierras de cultivo	1.241	809.988	24.207	-	621	6.207	
	11.172	33.517	1.665.907	1.241	4.345	13.655	
4.D. Humedales	-	-	621	70.137	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	621	-	108.619	-	
4.F. Otras tierras	-	4.345	8.690	-	621	32.275	
	1.976.868	850.333	1.710.596	71.378	114.826	53.379	4.777.380

2017

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.950.179	2.483	13.034	-	621	1.241	
4.B. Tierras de cultivo	4.345	836.057	621	-	-	-	
	24.207	3.724	1.715.562	-	621	-	
4.D. Humedales	-	-	621	70.137	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	107.998	-	
4.F. Otras tierras	621	-	-	621	-	44.689	
	1.979.351	842.264	1.729.837	70.758	109.240	45.930	4.777.380

2016

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.954.524	1.241	10.552	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	838.540	8.690	-	621	-	
	11.793	1.241	1.724.251	-	621	-	
4.D. Humedales	1.241	-	-	70.758	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	106.757	-	
4.F. Otras tierras	-	-	621	-	-	45.930	
	1.967.558	841.022	1.744.113	70.758	107.998	45.930	4.777.380

2015

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.957.627	621	7.448	-	-	1.241	
4.B. Tierras de cultivo	-	795.713	33.517	-	3.724	3.724	
	8.690	50.896	1.687.631	3.724	9.931	13.034	
4.D. Humedales	-	-	-	67.654	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	1.241	-	91.861	-	
4.F. Otras tierras	-	621	8.069	621	1.241	28.551	
	1.966.317	847.850	1.737.906	71.999	106.757	46.551	4.777.380

2014

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.929.696	1.862	17.379	-	621	-	
4.B. Tierras de cultivo	3.724	831.092	1.862	621	621	-	
	33.517	3.724	1.754.664	-	621	-	
4.D. Humedales	-	-	-	67.034	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	91.240	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	39.103	
	1.966.937	836.678	1.773.906	67.654	93.102	39.103	4.777.380

2013

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.908.593	2.483	11.172	-	-	621	
4.B. Tierras de cultivo	3.724	834.195	1.241	-	621	-	
	37.241	1.241	1.780.112	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	67.034	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	90.619	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	38.482	
	1.949.558	837.919	1.792.526	67.034	91.240	39.103	4.777.380

2012

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.891.835	4.965	8.690	-	-	621	
4.B. Tierras de cultivo	3.724	833.574	2.483	-	-	-	
	26.069	1.241	1.807.422	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	67.034	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	90.619	-	
4.F. Otras tierras	1.241	-	-	-	-	37.862	
	1.922.869	839.781	1.818.595	67.034	90.619	38.482	4.777.380

2011

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.865.146	3.724	4.345	-	-	621	
4.B. Tierras de cultivo	3.724	833.574	1.241	-	-	-	
	37.241	2.483	1.829.146	621	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	66.413	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	90.619	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	38.482	
	1.906.111	839.781	1.834.732	67.034	90.619	39.103	4.777.380

2010

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.858.939	2.483	11.172	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	1.241	832.954	621	-	-	-	
	13.655	3.103	1.857.697	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	66.413	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	90.619	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	38.482	
	1.873.835	838.540	1.869.490	66.413	90.619	38.482	4.777.380

2009

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
4.A. Tierras forestales	1.858.318	1.862	7.448	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	621	831.712	1.241	-	-	-	
	13.655	1.241	1.865.146	621	1.862	-	
4.D. Humedales	-	-	-	65.171	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	88.757	-	
4.F. Otras tierras	-	-	621	621	-	38.482	
	1.872.594	834.816	1.874.456	66.413	90.619	38.482	4.777.380

2008

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
4.A. Tierras forestales	1.855.835	-	6.207	1.241	-	621	
4.B. Tierras de cultivo	-	833.574	621	-	-	-	
	11.793	-	1.875.697	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	63.930	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	88.757	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	39.103	
	1.867.628	833.574	1.882.525	65.171	88.757	39.724	4.777.380

2007

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.860.801	1.241	2.483	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	832.954	-	-	-	-	
	3.103	-	1.885.007	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	63.930	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	88.757	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	39.103	
	1.863.904	834.195	1.887.490	63.930	88.757	39.103	4.777.380

2006

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.863.904	-	-	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	808.126	32.275	-	1.862	621	
	621	22.965	1.850.870	-	2.483	3.724	
4.D. Humedales	-	-	-	63.309	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	83.792	-	
4.F. Otras tierras	-	1.862	4.965	621	621	34.758	
	1.864.525	832.954	1.888.111	63.930	88.757	39.103	4.777.380

2005

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.849.008	1.862	14.896	-	-	621	
4.B. Tierras de cultivo	-	841.022	-	-	-	-	
	14.896	-	1.865.766	-	-	621	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	83.792	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	621	-	41.586	
	1.863.904	842.884	1.880.663	63.309	83.792	42.827	4.777.380

2004

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.844.042	1.241	6.207	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	1.241	839.781	-	-	621	-	
	20.482	-	1.875.077	-	1.241	-	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	81.930	-	
4.F. Otras tierras	621	-	-	-	-	42.206	
	1.866.387	841.022	1.881.283	62.689	83.792	42.206	4.777.380

2003

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.843.422	-	7.448	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	841.022	621	-	-	-	
	8.069	621	1.888.731	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	81.930	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	42.827	

2002

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.845.905	-	3.724	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	621	841.643	-	-	-	-	
	4.345	-	1.893.697	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	81.930	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	42.827	
	1.850.870	841.643	1.897.421	62.689	81.930	42.827	4.777.380

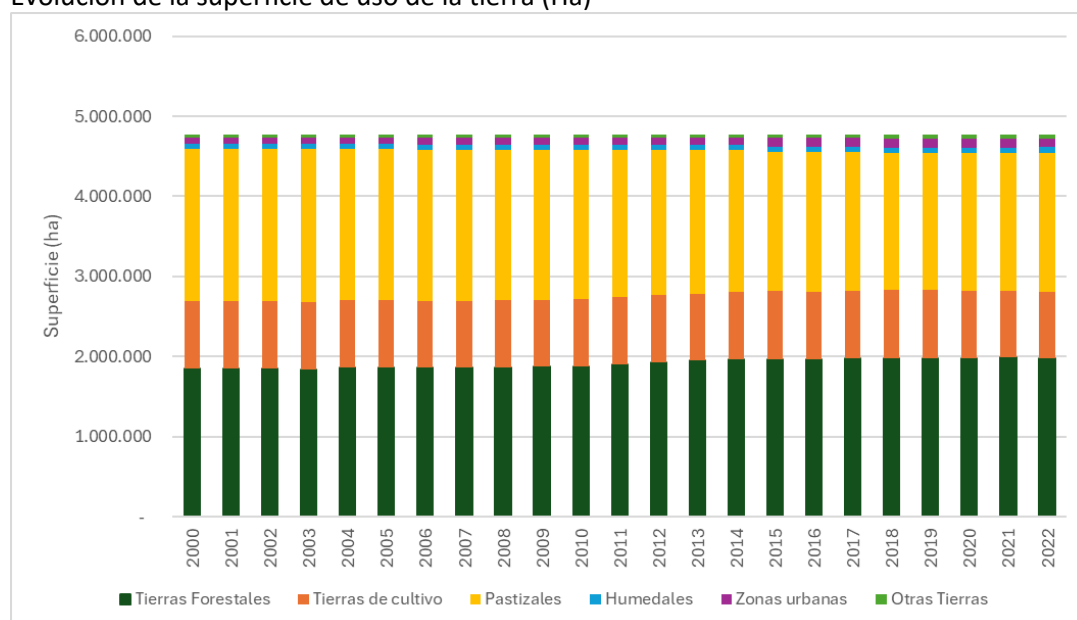
2001

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.849.629	-	-	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	841.643	621	-	-	-	
	-	621	1.897.421	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	81.930	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	42.827	
	1.849.629	842.264	1.898.042	62.689	81.930	42.827	4.777.380

2000

Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha)	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras	TOTAL
Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial							
4.A. Tierras forestales	1.849.629	-	-	-	-	-	
4.B. Tierras de cultivo	-	842.264	-	-	-	-	
	-	-	1.898.042	-	-	-	
4.D. Humedales	-	-	-	62.689	-	-	
4.E. Asentamientos	-	-	-	-	81.930	-	
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	42.827	
	1.849.629	842.264	1.898.042	62.689	81.930	42.827	4.777.380

Evolución de la superficie de uso de la tierra (Ha)



Inventario Nacional Forestal

La información sobre los factores de emisión (FE) se obtuvo principalmente de los datos del Inventario Nacional Forestal de RD, así como algunas estadísticas nacionales, investigaciones específicas del país, literatura científica y valores predeterminados de las Directrices del IPCC de 2006, el suplemento de Humedales del IPCC de 2013 y el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

República Dominicana emprendió en el año 2014, la planificación y ejecución del Primer Inventario Nacional Forestal (INF-RD). Durante este proceso, que finalizó en mayo de 2016, se logró concluir con la etapa de premuestreo (Fase I) la cual permitió evaluar la logística y acceso, los arreglos institucionales y el tiempo requerido para el establecimiento de las parcelas, así como recabar la información de campo para refinar el cálculo del tamaño de la muestra del INF-RD y con ello establecer el número de parcelas a realizar en la Fase II del INF-RD. El trabajo de campo de la Fase I del INF-RD concluyó el 28 de agosto de 2018 y en total se realizaron 275 parcelas distribuidas por tipo de bosque con lo que se conformó un total de 404 unidades de muestreo evaluadas al adicionar las 129 parcelas de la Fase I.

De acuerdo con el Reporte del Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana (MARN, 2021), la presente publicación contiene en detalle los resultados asociados al procesamiento de la información multinivel recabada en las Unidades de Muestreo anidadas realizadas, así también presenta algunas relaciones entre las principales variables dasométricas, de biodiversidad y de stock de carbono con variables del medio. A este respecto, la perspectiva y metodología de procesamiento y análisis de información se desarrolló en plena consecuencia con el cumplimiento del objetivo general del INF-RD: «Medir, describir y evaluar los bosques de la República Dominicana con el fin de producir y proveer información sobre las existencias y el estado de los ecosistemas forestales; orientado a la ordenación con fines de administración del recurso (protección, manejo y uso sostenible), que dé soporte a las decisiones para la formulación e implementación de la política nacional sectorial con información de calidad».

Diseño del inventario

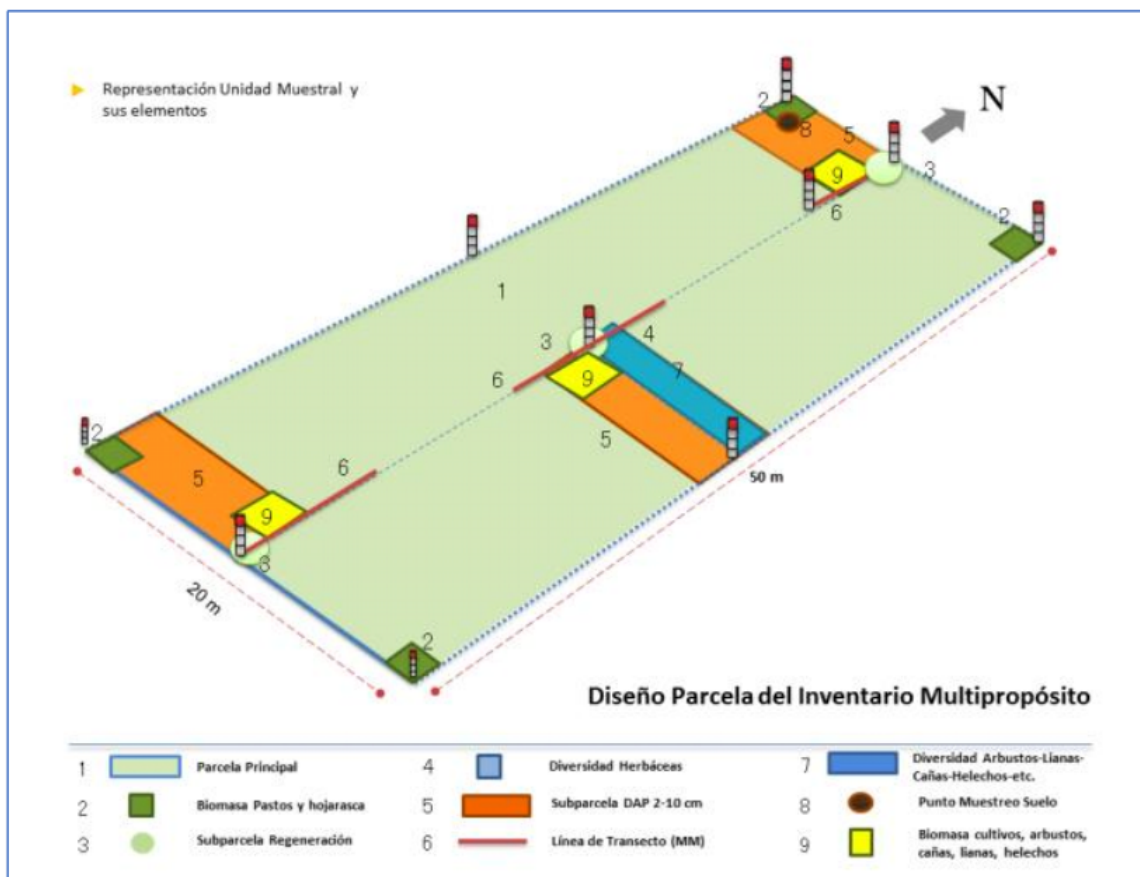
La secuencia metodológica implementada en el Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana (INF-RD) fue como se indica a continuación:

- Realizar una preestratificación que permita definir los tipos de bosques o de recursos vegetacionales existentes
- del país (conífero denso, conífero abierto; mangle, latifoliado húmedo, latifoliado nublado, latifoliado semihúmedo; bosque seco)
- Aplicar un muestreo sistemático en cada estrato definido, con una intensidad de muestreo variable, a ser determinada a través de un premuestreo en cada tipo de bosque; de existir, pudieran utilizarse antecedentes bibliográficos u opinión de expertos en relación a la variabilidad existente en dichas áreas.
- Con la información recogida en terreno, realizar una post-estratificación en base a los datos procesados del inventario, lo que permitiría definir ISO-AREAS relacionadas con las variables de interés más relevantes. (Por ejemplo: ISO-Volúmenes; ISO-Biomasa, ISO-Carbono, etc.).
- A partir de los procesos de comparación de variables de interés y redefinidos los estratos, será posible analizar
- la información base (incluyendo las unidades muestrales reagrupadas), esta vez como un Muestreo Aleatorio Simple o un Muestreo Aleatorio Estratificado para el total del país (post-estratificación).

El diseño de muestreo adoptado para el INF-RD corresponde a un muestreo sistemático y estratificado, en el que las parcelas se distribuyen de forma equidistantes dentro de cada estrato. Al tener las unidades muestrales una localización fija en terreno, tanto en dirección como en distancia, su ejecución es más fácil por ubicación y traslado entre unidades muestrales. El tipo de unidad de muestreo utilizado en el INF-RD corresponde a un sistema de parcelas anidadas de forma y dimensiones variables según sea el componente a medir

La distribución de las parcelas por estrato ha sido establecida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tomando de referencia una malla de puntos previamente establecida.

N	COMPONENTE	TIPO DE PARCELA
1	Biomasa aérea de los árboles iguales o mayores a 10 cm de DAP	Parcela principal: rectangular de 20 m x 50 m (1000 m ²). Formularios F-UMP y F-ACA
2	Regeneración (árboles menores a 2 cm de DAP)	Parcela regeneración: circular de 1 m de radio (3.1416 m ²). Formulario F-RAN
3	Biomasa árboles $\geq$ 2 cm de DAP pero menores a 10 cm de DAP	Parcela secundaria: rectangular de 5 m x 10 m (50 m ²). Formulario F-BAM
4	Biomasa de maderas muertas	Línea de transecto: línea de 10 m de longitud sobre la que se evalúan las intersecciones con material muerto caído. Formulario F-TMM
5	Biomasa de pastos y hojarasca	Marco de Muestreo Cuadrado: 0.5 m x 0.5 m (0.25 m ²). Formulario F-IGP
6	Biomasa del suelo	Punto de Muestreo de Suelo. Formulario F-IGP
7	Diversidad de herbáceas	Parcela herbáceas: cuadrada de 1 m ² . Formulario F-UVH
8	Diversidad de arbustivas, lianas, cañas, helechos y otras	Parcela Arbustivas: rectangular de 2.5 m x 10 m (25 m ²). Formulario F-ALB



Métodos utilizados para la representación de las tierras (2000-2018)

(Fuente Inventario de GEI sector FOLU (MMARN, 2023))

La información sobre los datos de actividad (DA) utilizada se obtuvo de la evaluación del uso de la tierra y del cambio de uso de la tierra, que se llevó a cabo sobre la base de un enfoque de muestreo espacialmente explícito (enfoque 3 del IPCC) utilizando Collect Earth Desktop, por lo que se disponen

de imágenes de alta resolución (Google Earth y Bing Maps) del 2005 al 2015 y están disponibles imágenes de media (Sentinel) y baja resolución (Landsat) para la interpretación del uso del suelo (no

de cobertura) del periodo 2000-2015.

Enfoque: El enfoque 3 de Representación de Tierras, se caracteriza por las observaciones explícitas en el espacio de las categorías de uso de la tierra y de las conversiones del uso de la tierra, a menudo realizando el seguimiento de patrones en ubicaciones en un punto específico.

Software propuesto: Se utilizó la herramienta de Collect Earth la cual es una herramienta fácil de usar basada en Java que se basa en una selección de otro software para facilitar la recopilación de datos.

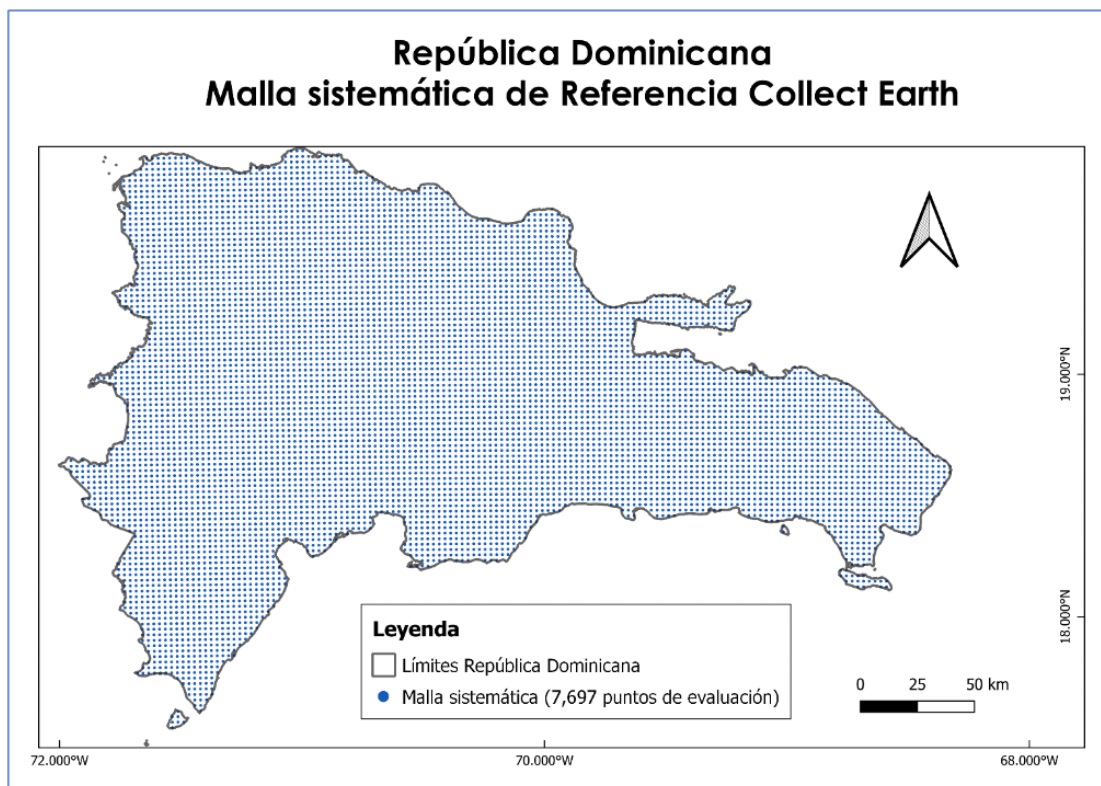
Collect Earth utiliza una interfaz de Google Earth junto con un formulario de entrada de datos basado en HTML. Los formularios pueden personalizarse para adaptarse a los esquemas de clasificación específicos de cada país de manera coherente con las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Collect Earth facilita la interpretación de imágenes de resolución espacial alta y media en Google Earth, Bing Maps y Google Earth Engine.

El globo virtual de Google Earth se compone principalmente de imágenes Landsat de 15 metros de resolución, imágenes SPOT de 2,5 m e imágenes de alta resolución de varios otros proveedores (CNES, Digital Global, EarthSat, First Base Solutions, GeoEye-1, GlobeXplorer, IKONOS, Pictometry International, Spot Image, Aerometrex y Sinclair Knight Merz). Collect Earth sincroniza la vista de cada punto de muestreo en las tres plataformas. La herramienta permite a los usuarios ingresar datos sobre el uso actual de la tierra y los cambios históricos de uso de la tierra. Los usuarios pueden determinar el período de referencia más apropiado para sus objetivos de monitoreo del uso de la tierra.

Se establece el uso de la herramienta Collect Earth Desktop, por lo que se disponen de imágenes de alta resolución (Google Earth y Bing Maps) del 2005 al 2015 y están disponibles imágenes de media (Sentinel) y baja resolución (Landsat) para la interpretación del uso del suelo (no de cobertura) del periodo 2000-2015.

Malla sistemática de referencia: La EVM se realizó sobre la Malla de 2.5 x 2.5 km que consistió en 7697 puntos de evaluación. Esta malla cubre todo el territorio nacional.



Tamaño de la parcela: La parcela por evaluar tiene una forma cuadrada de 100 x 100 metros, que corresponde por lo tanto a un tamaño de una hectárea:



Recolección de datos

Para definir la cobertura se contó con las imágenes disponibles en Google Earth de alta resolución (2001-2015). Para los casos donde no hay cobertura en alta resolución se utiliza un mosaico Landsat 2005 de 30x30 m de resolución, mayoritariamente libre de nubes, generado en Google Earth Engine. De este modo se brinda información para la totalidad de los puntos de la malla 2.5 x 2.5 km.

- Pasos por seguir para la interpretación del uso de la tierra: La parcela es evaluada con porcentajes de cobertura del suelo, pero solo se puede asignar una categoría de uso del suelo (IPCC), por lo que se debe el siguiente nivel jerárquico de decisión.

Categoría	% mínimo	
Bosque	>30%	
Cultivos	>20%	
Pastizales	>20%	
Áreas inundadas	>20%	
Área urbana	>20%	
Otras tierras	>80%	

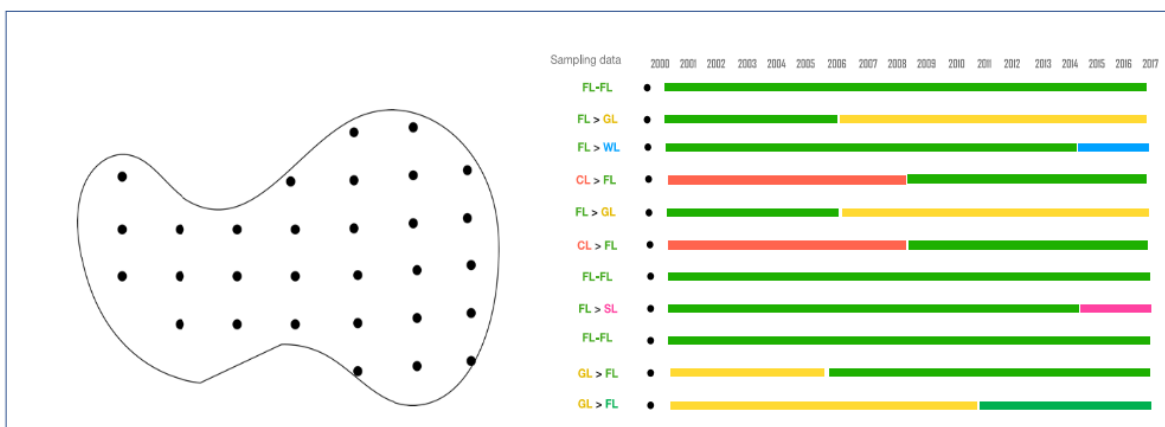
- Registro de cambio de cobertura: El registro de cambio de cobertura se realiza una vez que la evaluación visual es realizada para todos los puntos. Estas categorías son consistentes con la matriz de cambio de uso.

Análisis de la información de la base de datos de Collect Earth

Esta colecta de datos permitió a República Dominicana aplicar un análisis anual parcela por parcela, tomando como base las experiencias de otros países como Belice, Santa Lucía.

Una vez finalizada la colecta de datos, se extrajo una base de datos CVS de la evaluación Collect Earth

con toda la información registrada para cada una de las 7697 parcelas desde 2000 hasta 2015. Cada una de las parcelas incluye la serie temporal que indica el uso de suelo (figura 9), si la parcela se mantuvo en la misma categoría de uso de suelo o si hubo conversión de uso de suelo, y año de conversión.



Procesamiento de datos, estimación del área

Para el análisis de datos de las 7697 parcelas, se creó un sistema de codificación para agregar parcelas con el mismo uso de suelo o cambio de uso de suelo



Los códigos representan una única trayectoria o dinámica de cada parcela que informa el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra (si corresponde) y las perturbaciones (si corresponde). Estas trayectorias en forma de código fueron creadas para simplificar el análisis ya que suma todas las parcelas con la misma trayectoria, representadas en el mismo código, reduciendo considerablemente el número de parcelas para las cuales se aplicaron las ecuaciones del IPCC



Una vez que se aplicó el código a cada una de las parcelas evaluadas, la información se resumió en forma de tabla dinámica. Luego, el área que ocupa cada trayectoria se calculó multiplicando el número de parcelas de cada trayectoria por el factor de expansión, el cual se estima dividiendo la superficie total del país (4,777,380 ha de área contable) entre el número total de parcelas de la grilla (7697 parcelas), igual a 620.68 has, es decir que cada parcela de 1Ha representa un área de 620.68 ha, superficie que se distribuye alrededor de la parcela. Este enfoque permite incluir todas las descripciones de vistas previas en un solo análisis, por lo que se utiliza para los cálculos, en lugar de utilizar Matrices de uso del suelo.

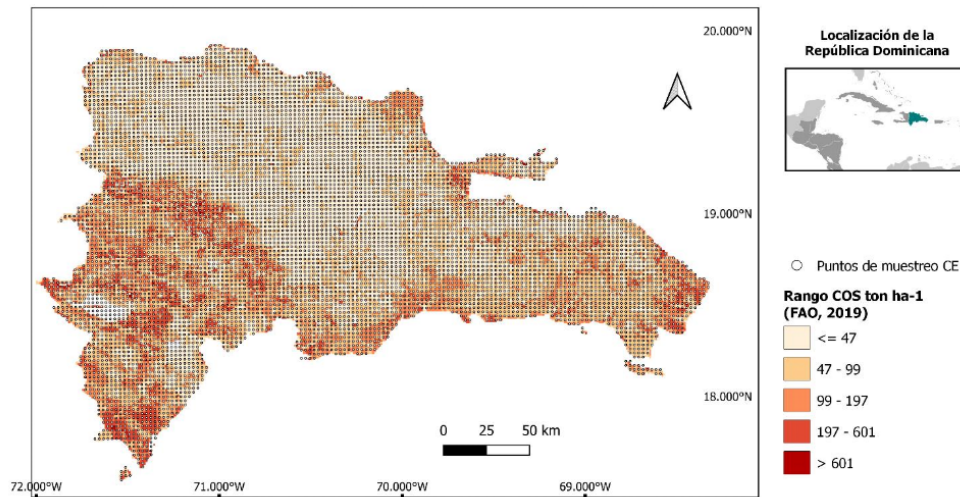
Carbono Orgánico del Suelo

La información del suelo se obtuvo del Mapa Global de Carbono Orgánico del Suelo -GSOCmap-, de la FAO (2019) (figura 13). La dirección web del portal es <http://54.229.242.119/GSOCmap/>. Se seleccionó el país y se descargó la información a través de la función “cortar y descargar”. El resultado del proceso es un archivo TIFF. El procesamiento de imágenes TIFF se realizó en QGIS Desktop versión 3.1.6.

República Dominicana cuenta con información sobre los usos de la tierra obtenida a través de la evaluación Collect Earth que se describe en la sección de datos de actividad. Así, el objetivo es vincular la información del COS para cada una de las parcelas (figura 14) lo que luego permitirá asignar el valor SOC ref por uso de suelo y subcategorías de uso de suelo. La imagen TIFF se procesó con la herramienta Samples Raster Values para el proceso de vinculación de las parcelas de Collect Earth con el SOC raster (TIFF).

Como resultado, se genera un archivo CVS que contiene los valores de referencia SOC para cada punto de muestreo. La información se guardó como archivo CSV. Luego, se organiza la información por uso de suelo y subcategoría y se estima un valor promedio.

Republica Dominicana
Mapa de suelos (FAO, 2019) y puntos de muestreo de Collect Earth



Anexo. Sector Residuos

Encuesta de Hogar Multipropósito -ONE

REPÚBLICA DOMINICANA: Porcentaje de hogares según forma de eliminación basura, 2006-2022

Forma de eliminación de basura	2006	2007	2009-2010	2010 ^a	2012	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
La recoge ayuntamiento	66,5	72,2	66,0	73,2	76,4	77,6	79,6	83,9	85,2	83,7	86,8	87,0
La recoge empresa privada	...	1,1	...	1,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,4	,5
La queman	18,9	16,3	19,0	15,4	12,9	12,4	10,8	7,4	7,5	8,9	5,6	5,0
La tiran en el patio o solar	3,9	3,7	6,1	3,3	5,8	4,0	4,6	4,3	3,5	3,4	3,1	2,9
La tiran en un vertedero	4,5	3,1	2,8	3,0	...	...	...	...	...	...	...	...
La tiran en un río o cañada	3,5	2,5	1,9	2,3	2,2	2,6	2,7	1,9	1,8	1,2	1,5	1,6
La recoge un triciclo o carretillero	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2,4
Otro	2,5	1,2	4,2	1,1	1,8	3,1	2,0	2,1	1,6	2,1	2,6	0,6
Sin información	0,2	0,0	0,0	...	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	...	0,0	0,0

Nota: En el año 2011 no fue incluida la pregunta de forma de eliminación de basura

...: Información no disponible

a: Censos de Población y Vivienda

Fuente: XIX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010

Encuesta de Hogar de Propósitos Múltiples 2006, 2007, 2009-2010, 2012, 2015, 2016, 2017, 2018,2019,2021

Datos de actividad para la disposición de residuos sólidos municipales (19r_V5_Waste Model IPCC)

Year	Population	Waste per capita	Total MSW	% to SWDS	Food	Garden	Paper	Wood	Textile	Nappies	Plastics, other inert	Check
	millions	kg/cap/yr	Gg	%	%	%	%	%	%	%	%	(=100%)
1970	4,502376	178,85	805,2499	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1971	4,631682	184,2338	853,3121	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1972	4,760988	189,6175	902,7666	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1973	4,890293	195,0013	953,6132	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1974	5,019599	200,385	1005,852	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1975	5,148905	205,7688	1059,484	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1976	5,280707	211,1525	1115,034	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1977	5,412508	216,5363	1172,004	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1978	5,54431	221,92	1230,393	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1979	5,676111	227,3038	1290,201	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1980	5,807913	232,6875	1351,429	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1981	5,937278	238,0713	1413,495	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1982	6,066642	243,455	1476,954	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1983	6,196007	248,8388	1541,807	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1984	6,325371	254,2225	1608,052	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1985	6,454736	259,6063	1675,69	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1986	6,585507	264,99	1745,093	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1987	6,716279	270,3738	1815,906	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1988	6,84705	275,7575	1888,125	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1989	6,977822	281,1413	1961,754	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1990	7,108593	286,525	2036,79	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1991	7,240998	291,9088	2113,711	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1992	7,373403	297,2925	2192,057	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1993	7,505807	302,6763	2271,83	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1994	7,638212	308,06	2353,028	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1995	7,770617	313,4438	2435,651	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%

Year	Population	Waste per capita	Total MSW	% to SWDS	Food	Garden	Paper	Wood	Textile	Nappies	Plastics, other inert	Check
	millions	kg/cap/yr	Gg	%	%	%	%	%	%	%	%	(=100%)
1996	7,896054	318,8275	2517,479	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1997	8,021491	324,2113	2600,658	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1998	8,146928	329,595	2685,187	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
1999	8,272365	334,9788	2771,066	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2000	8,397802	340,3625	2858,297	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2001	8,512996	345,7463	2943,336	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2002	8,627509	351,13	3029,377	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2003	8,745084	356,5138	3117,743	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2004	8,857648	361,8975	3205,561	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2005	8,968144	367,2813	3293,831	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2006	9,071458	372,665	3380,615	71%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2007	9,174058	378,0488	3468,241	76%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2008	9,279602	383,4325	3558,101	73%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2009	9,380152	388,8163	3647,156	69%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2010	9,478612	394,2	3736,469	78%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2011	9,580139	397,85	3811,458	78%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2012	9,680963	401,5	3886,907	77%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2013	9,78468	405,15	3964,263	77%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2014	9,883486	408,8	4040,369	78%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2015	9,980243	412,45	4116,351	78%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2016	10,075045	416,1	4192,226	80%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2017	10,169172	419,75	4268,51	84%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2018	10,266149	423,4	4346,687	86%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2019	10,35832	427,05	4423,521	84%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2020	10,448499	430,7	4500,169	86%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2021	10,535535	434,35	4576,11	87%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%
2022	10,621938	438	4652,409	88%	56%	0%	4%	0%	0%	0%	40%	100%

Fuentes de Datos: Población ONE. **Tasa de generación:** 1970-2010 Estimada como modelo What a Waste (Banco Mundial) y Dato de generación per cápita de Diagnóstico Nacional de Residuos (2018) para el año 2010 (1.08 kg/hab.día). 2010-2022- Modelo What a Waste , tomando límite máximo en 2022 el reportado por el Observatorio Municipal de la Liga Municipal Dominicana (1.02 kg /había) y mínimo el valor nacional de 2010. **Composición:** Observatorio Municipal, a partir de estudios de caracterización realizados mediante convenio Instituto Tecnológico Santo Domingo y el Plan Dominicana Limpia, año 2017 y 2018 (se homologan los residuos a las categorías de IPCC, se ponderan los valores regionales en un valor nacional y se considera válido para toda la serie temporal) **Cobertura:** ONE, Encuesta de Hogar de Propósitos Múltiples.

Distribución de MCF (19r_V5_Waste Model IPCC)

	Distribution of Waste by Waste Management Type								
"Fixed" Country-specific value	Un-managed, shallow	Un-managed, deep	Managed	Managed well – semi aerobic	Managed poorly – semi-aerobic	Managed well – active-aeration	Managed poorly – active-aeration	Uncate-gorised	Total (100%)
Year									
1970	0,500							0,500	100%
1971	0,500							0,500	100%
1972	0,500							0,500	100%
1973	0,500							0,500	100%
1974	0,500							0,500	100%
1975	0,500							0,500	100%
1976	0,500							0,500	100%
1977	0,500							0,500	100%
1978	0,500							0,500	100%
1979	0,500							0,500	100%
1980	0,500							0,500	100%
1981	0,500	0,100						0,400	100%
1982	0,500	0,100						0,400	100%
1983	0,500	0,100						0,400	100%
1984	0,500	0,100						0,400	100%
1985	0,500	0,100						0,400	100%
1986	0,550	0,100						0,350	100%
1987	0,550	0,100						0,350	100%
1988	0,550	0,100						0,350	100%
1989	0,550	0,100						0,350	100%

	Distribution of Waste by Waste Management Type								
"Fixed" Country-specific value	Un-managed, shallow	Un-managed, deep	Managed	Managed well – semi aerobic	Managed poorly – semi-aerobic	Managed well – active-aeration	Managed poorly – active-aeration	Uncategorised	Total (100%)
Year									
1990	0,600	0,150						0,250	100%
1991	0,600	0,150						0,250	100%
1992	0,600	0,150						0,250	100%
1993	0,600	0,150						0,250	100%
1994	0,600	0,150						0,250	100%
1995	0,600	0,150	0,05					0,200	100%
1996	0,600	0,150	0,05					0,200	100%
1997	0,600	0,150	0,05					0,200	100%
1998	0,600	0,150	0,05					0,200	100%
1999	0,600	0,150	0,05					0,200	100%
2000	0,500	0,200	0,15					0,150	100%
2001	0,500	0,200	0,15					0,150	100%
2002	0,450	0,250	0,20					0,100	100%
2003	0,450	0,250	0,20					0,100	100%
2004	0,400	0,300	0,20					0,100	100%
2005	0,400	0,300	0,20					0,100	100%
2006	0,350	0,300	0,25					0,100	100%
2007	0,350	0,300	0,25					0,100	100%
2008	0,300	0,350	0,30					0,050	100%
2009	0,300	0,350	0,30					0,050	100%
2010	0,200	0,450	0,30					0,050	100%
2011	0,200	0,450	0,30					0,050	100%
2012	0,200	0,750						0,050	100%
2013	0,200	0,750						0,050	100%
2014	0,200	0,750						0,050	100%
2015	0,200	0,750						0,050	100%
2016	0,200	0,750						0,050	100%
2017	0,200	0,750						0,050	100%
2018	0,200	0,750						0,050	100%

	Distribution of Waste by Waste Management Type								
"Fixed" Country-specific value	Un-managed, shallow	Un-managed, deep	Managed	Managed well – semi aerobic	Managed poorly – semi-aerobic	Managed well – active-aeration	Managed poorly – active-aeration	Uncategorised	Total (100%)
Year									
2019	0,200	0,750						0,050	100%
2020	0,200	0,750						0,050	100%
2021	0,200	0,750						0,050	100%
2022	0,200	0,750						0,050	100%

Notas: Se considera la operativa del mayor sitio de disposición final del país: Duquesa. Durante los talleres de validación se acordó el período de tiempo durante el cual el sitio opero con características de Manejado (entre 1995-2011) luego se considera como sitio No Manejado Profundo, el porcentaje actual se residuos depositados en Duquesa se considera de estudios nacionales (Diagnóstico de Residuos, Observatorio Municipal de la Liga Municipal Dominicana). La reconstrucción de la serie de MCF se realizó con expertos sectoriales considerando las prácticas de disposición conocidas en el país y la puesta en operación de los principales sitios de disposición final de país .La serie fue validada durante los talleres de validación de datos y resultados.

Datos de actividad para la disposición de residuos sólidos industriales (19r_V5_Waste Model IPCC)

Year	GDP	Waste generation rate	Total industrial waste	% to SWDS	Total to SWDS
	\$ millions	Gg/\$m GDP/yr	Gg	%	Gg
1970	1485,5	0,017	25,2535	100%	25,2535
1971	1666,5	0,017	28,3305	100%	28,3305
1972	1987,4	0,017	33,7858	100%	33,7858
1973	2344,8	0,017	39,8616	100%	39,8616
1974	2925,7	0,017	49,7369	100%	49,7369
1975	3599,2	0,017	61,1864	100%	61,1864
1976	3951,5	0,017	67,1755	100%	67,1755
1977	4587,1	0,017	77,9807	100%	77,9807
1978	4734,4	0,017	80,4848	100%	80,4848
1979	5498,80001	0,017	93,4796	100%	93,4796
1980	6761,30001	0,017	114,9421	100%	114,9421
1981	7561,30001	0,017	128,5421	100%	128,5421
1982	8267,40001	0,017	140,5458	100%	140,5458
1983	9220,60001	0,017	156,7502	100%	156,7502
1984	11594	0,017	197,098	100%	197,098
1985	5044,57944	0,017	85,75785	100%	85,75785
1986	6122,12786	0,017	104,07617	100%	104,0762
1987	5827,05025	0,017	99,059854	100%	99,05985
1988	5374,30027	0,017	91,363105	100%	91,3631
1989	6686,59306	0,017	113,67208	100%	113,6721
1990	7073,67554	0,017	120,25248	100%	120,2525
1991	9824,48337	0,017	167,01622	100%	167,0162
1992	11605,3825	0,017	197,2915	100%	197,2915
1993	13081,0424	0,017	222,37772	100%	222,3777
1994	14644,7342	0,017	248,96048	100%	248,9605
1995	16637,3708	0,017	282,8353	100%	282,8353
1996	18241,6223	0,017	310,10758	100%	310,1076

Year	GDP	Waste generation rate	Total industrial waste	% to SWDS	Total to SWDS
	\$ millions	Gg/\$m GDP/yr	Gg	%	Gg
1997	20017,45	0,017	340,29665	100%	340,2966
1998	21672,2158	0,017	368,42767	100%	368,4277
1999	22136,5795	0,017	376,32185	100%	376,3219
2000	24305,7811	0,017	413,19828	100%	413,1983
2001	25601,8244	0,017	435,23102	100%	435,231
2002	27137,4413	0,017	461,3365	100%	461,3365
2003	21403,1681	0,017	363,85386	100%	363,8539
2004	22322,3876	0,017	379,48059	100%	379,4806
2005	35777,5605	0,017	608,21853	100%	608,2185
2006	37879,8299	0,017	643,95711	100%	643,9571
2007	43965,4591	0,017	747,4128	100%	747,4128
2008	48122,6016	0,017	818,08423	100%	818,0842
2009	48261,0795	0,017	820,43835	100%	820,4384
2010	53860,1875	0,017	915,62319	100%	915,6232
2011	58029,7738	0,017	986,50615	100%	986,5062
2012	60681,5359	0,017	1031,5861	100%	1031,586
2013	62682,1587	0,017	1065,5967	100%	1065,597
2014	67179,9563	0,017	1142,0593	100%	1142,059
2015	71164,8267	0,017	1209,8021	100%	1209,802
2016	75704,648	0,017	1286,979	100%	1286,979
2017	79998,046	0,017	1359,9668	100%	1359,967
2018	85555,3904	0,017	1454,4416	100%	1454,442
2019	88941,372	0,017	1512,0033	100%	1512,003
2020	78844,6558	0,017	1340,3591	100%	1340,359
2021	94243,4265	0,017	1602,1383	100%	1602,138
2022	113641,857	0,017	1931,9116	100%	1931,912

Notas: Generación/PIB: Tomado del Diagnóstico Nacional de Residuos (2018), los residuos cuantificados por este indicador son depositados y por lo tanto se considera 100 % de cobertura. Por falta de información se asume la misma distribución de MCF que los residuos municipales

Datos de actividad y parámetros utilizados para la quema abierta de residuos

Año	Población	% población que quema	Tasa de generación per capita (kg/hab.año)	Bfrac	Gg /año quemados
1998	8146928	0,189	329,595	0,6	304,5
1999	8272365	0,189	334,97875	0,6	314,2
2000	8397802	0,189	340,3625	0,6	324,1
2001	8512996	0,189	345,74625	0,6	333,8
2002	8627509	0,189	351,13	0,6	343,5
2003	8745084	0,189	356,51375	0,6	353,6
2004	8857648	0,189	361,8975	0,6	363,5
2005	8968144	0,189	367,28125	0,6	373,5
2006	9071458	0,189	372,665	0,6	383,4
2007	9174058	0,163	378,04875	0,6	339,2
2008	9279602	0,19	383,4325	0,6	405,6
2009	9380152	0,19	388,81625	0,6	415,8
2010	9478612	0,19	394,2	0,6	426,0
2011	9580139	0,19	397,85	0,6	434,5
2012	9680963	0,129	401,5	0,6	300,8
2013	9784680	0,129	405,15	0,6	306,8
2014	9883486	0,129	408,8	0,6	312,7
2015	9980243	0,124	412,45	0,6	306,3
2016	10075045	0,108	416,1	0,6	271,7
2017	10169172	0,074	419,75	0,6	189,5
2018	10266149	0,075	423,4	0,6	195,6
2019	10358320	0,08	427,05	0,6	212,3
2020	10448499	0,089	430,7	0,6	240,3
2021	10535535	0,056	434,35	0,6	153,8
2022	10621938	0,05	438	0,6	139,6
Fuente	ONE		IPCC 2006		

Porcentaje de viviendas según sistema de disposición de excretas

Año	Alcantarillado	Pozo séptico	Letrina	No tiene
1998	24,50	29,61	40,07	5,81
1999	24,50	29,61	40,07	5,81
2000	24,50	29,61	40,07	5,81
2001	23,36	31,74	39,64	5,26
2002	24,04	33,10	38,31	4,55
2003	24,04	34,42	36,81	4,74
2004	23,55	37,65	34,09	4,72
2005	24,00	37,89	33,62	4,49
2006	24,22	39,73	31,35	4,71
2007	27,04	40,19	29,07	3,71
2008	23,74	43,33	28,61	4,31
2009	27,87	40,93	27,07	4,12
2010	25,41	45,27	25,88	3,44
2011	26,44	45,65	24,31	3,60
2012	25,37	48,23	23,19	3,22
2013	25,08	50,18	21,25	3,50
2014	28,42	49,23	19,41	2,95
2015	27,12	52,13	18,18	2,57
2016	28,97	52,20	16,40	2,44
2017	20,36	58,21	19,13	2,30
2018	20,47	60,64	17,35	1,54
2019	20,98	61,18	16,35	1,49
2020	22,83	61,54	14,08	1,54
2021	21,38	65,35	11,85	1,42
2022	23,40	65,00	10,40	1,20

Informe para validación de valor DBO per cápita nacional

El presente informe elaborado por la Ing. Lisandra Rodríguez fue compartido con los actores clave del sector y validado en los talleres sectoriales

INTRODUCCIÓN

La demanda bioquímica de oxígeno puede definir como la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar una sustancia hasta dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) (Davis & Masten, 2004) en puntos de muestreos determinados, este representa uno de los parámetros más utilizados en la ingeniería sanitaria, el mismo es determinado a partir de muestras agua (residuales domésticas, alcantarillado, cuerpos de superficiales y subterráneos, efluentes y afluentes de PTAR, entre otros), el mismo es expresado en unidades de masa entre unidades de volumen, ejemplo (mg/l).

Para un determinado sitio, donde las aguas residuales son liberadas en un punto conocido y de fácil acceso, es posible determinar el caudal promedio y la concentración de DBO, donde el producto de estas dos cantidades proporciona la carga de DBO, medida en unidad de masa entre unidad de tiempo, ejemplo (mg/día). Luego, conociendo la población contribuyente a esta masa de agua, se divide la carga de DBO entre esta población para así obtener lo que se llama DBO per cápita.

La cantidad y calidad de los efluentes líquidos generados están determinados por la conducta, estilo y calidad de vida de los habitantes de un determinado territorio, así como por el marco técnico-legal que los norma, por lo tanto, estos pueden variar de un lugar a otro.

A nivel internacional, en estadísticas publicadas para algunos países desarrollados, se ha publicado la DBO_5 promedio al ingreso de PTAR:

País	Número de Plantas	DBO_5 (mg/l)
Austria	90	285
Bélgica	152	187
Dinamarca	677	163
Francia	130	268
Holanda	205	171
Slovenia	77	267
Chipre	6	547
Finlandia	7	266
Alemania	6	319
Hungría	27	377
Marruecos	60	353
Noruega	12	113
España	3	434
Suecia	17	171
Suiza	5	133
Turquía	6	356
UK	10	212

Fuente: (Pons, et al., 2004)

Las Directrices IPCC 2006 refinadas al 2019, recomiendan unos valores por defecto de DBO para algunos países con intervalos entre 27-120 g/persona/día, a la vez estas mismas guías exhortan a los países a trabajar con valores específicos nacionales. Mientras que otros autores citan que para países en desarrollo la DBO per cápita es < 60.00 gr/hab/día y una media normal entre 60 – 80 gr/hab/día (Ferrero, 1974).

TABLE 6.4 ESTIMATED BOD ₅ VALUES IN DOMESTIC WASTEWATER FOR SELECTED REGIONS AND COUNTRIES			
Country/Region	BOD ₅ (g/person/day)	Range	Reference
Africa	37	35 – 45	1
Egypt	34	27 – 41	1
Asia, Middle East, Latin America	40	35 – 45	1
India	34	27 – 41	1
West Bank and Gaza Strip (Palestine)	50	32 – 68	1
Japan	42	40 – 45	1
Brazil	50	45 – 55	2
Canada, Europe, Russia, Oceania	60	50 – 70	1
Denmark	62	55 – 68	1
Germany	62	55 – 68	1
Greece	57	55 – 60	1
Italy	60	49 – 60	3
Sweden	75	68 – 82	1
Turkey	38	27 – 50	1
United States	85	50 – 120	4
Note: These values are based on an assessment of the literature. Please use national values, if available. Reference: 1. Doom and Liles (1999). 2. Feachem <i>et al.</i> (1983). 3. Masotti (1996). 4. Metcalf and Eddy (2003).			

Fuente: (IPCC, 2019)

A nivel nacional se tiene información de las PTAR construidas a partir de la década del '70, los cuales funcionan algunos de manera deficiente o están fuera de operatividad. Mientras que a otros le han realizado algún tipo de mejora tecnológica.

En la República Dominicana, al 2022 se estima una generación de aguas residuales municipales de 508,831,509.68 m³/año, donde el 13.14% es recolectada para brindarle algún tipo de tratamiento por medio de PTAR municipales, para finalmente, solo ser tratadas un 6.78% (INAPA, 2024). Según estudios realizados en el año 2010 por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC, por sus siglas en inglés) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM, para 56 PTAR, se estimaba que a nivel nacional la cobertura de tratamiento de estas PTAR era de un 35% (Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2010), donde se evaluaron un total de 56 PTAR, de estas plantas de tratamiento 31 de ellas estaban en operación (el 55% del total), trabajando precariamente, las demás estaban fuera de servicio.

Para el año 2018, se realizó una investigación por parte de estudiantes de grado de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, donde se realizó un diagnóstico de 91 plantas de tratamiento, donde se pudo evidenciar que el 60% está en funcionamiento (el agua pasa por ella), el 31% está fuera de

uso, un 4% se encontraba en reparación, un 2% para las que han sido eliminadas y otro 2% las que la han dado otros usos. De las plantas, el 47% son administradas por INAPA, un 25% por la CAASD, el 14% por CORAASAN y 13% bajo la supervisión de otras corporaciones.

La información analizada, tomó como datos bases las diversas dependencias encargadas de la operación del sistemas de agua potable y alcantarillado de diferentes instituciones como son: el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado (INAPA), la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN), la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Puerto Plata (CORAAPPLATA), la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Moca (CORAAMOCA), sistemas de tratamiento ubicados un campus universitarios municipales.

En el presente documento se ilustra, de forma alternativa, las estimaciones promedio, específicas como país, de la Demanda Bioquímica de Oxígeno per cápita (DBO_p), tomando como referencia los rangos estimados en algunos países analizados en las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para el año 2006 (Directrices IPCC 2006) a partir de dictámenes de expertos nacionales de cada país, de acuerdo con la información analizada de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) municipales de estudios realizados.

Es importante resaltar que este valor representa una mejora para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) para la República Dominicana, ya que se ha estado utilizando datos por defecto estipulados en las Directrices IPCC 2006, pero cada usuario es autónomo en presentar su propuesta de meta individual como lo considere pertinente, en función del conocimiento específico de su sistema de tratamiento y de las actividades proyectadas a futuro que generen una modificación en las condiciones actuales de sus vertimientos.

OBJETIVO

Estimar la DBO per cápita nacional a ser utilizada en el INGEI del sector desechos, específicamente en la categoría 4D1-Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas.

METODOLOGÍA

Se tomaron datos analizados de cada uno de los estudios realizados a nivel nacional, referente a las PTAR evaluadas, específicamente ubicación de la planta, año de construcción y/o reparación (en caso de haber sido aplicada alguna mejora), tipo de tratamiento, tipo de tecnología, cuerpo receptor, población equivalente, caudal de diseño, porcentaje de agua tratada, parámetros de calidad de agua (DBO₅, DQO, Nitrito, Nitrato, Amoníaco, entre otros), estos parámetros se analizaron en laboratorio de INAPA, a partir de muestras tomadas en campo. Para este análisis se presentará la DBO per cápita obtenida.

A partir de la sumatoria de la población equivalente (P) de estos sistemas de tratamiento (habitantes), la sumatoria de los caudales tratados (l/s).

Se asumió que el caudal total se mantiene constante durante las 24 horas del día como promedio (aunque es de conocimiento que el mismo varía en diferentes secciones - mañana, tarde, noche), estimando de la manera siguiente:

$$V = Q_{Tratado} \times 86,400$$

Donde:

V= caudal en l/día

Q= caudal total tratado aportado a los sistemas de tratamiento analizados, en (l/segundo)

A partir de la población total equivalente y el caudal en l/día, se estimó el aporte per cápita:

$$Q_P = \frac{V \left(\frac{l}{día} \right)}{Población\ equivalente\ (habitantes)}$$

Finalmente, el aporte per cápita para la carga contaminante de la materia orgánica a la entrada de la PTAR para la DBO₅, solo se realizó el procedimiento siguiente:

$$CC_P = \left[DBO_5 \left(\frac{mg}{l} \right) \times Q_P \left(\frac{l}{hab - día} \right) \right] / 100$$

Donde:

CC_p= carga del contaminante

DBO₅= concentración de materia orgánica a la entrada de la PTAR

RESULTADOS

La población equivalente para cada año de estudio es

Año de estudio	Población equivalente (hab.)
2010	3,035,640.00
2018	1,499,786.00

Fuente: elaboración propia

Los caudales totales para cada año de estos estudios son

Año de estudio	Caudales totales per cápita (l/hab-día)
2010	57.74
2018	84.21

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la DBO₅ per cápita estimada por año a nivel nacional fue de:

Año de estudio	DBO ₅ per cápita (l/hab-día)
2010	90.69
2018	80.79

Fuente: elaboración propia

Realizando una estimación de las emisiones de GEI con estos datos específicos para el país

DBO ₅ (kg/hab/año)	Estimación del total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales (kg DBO/año)	Fuente de información	Estimación de emisiones de GEI (Gg de CH ₄ /año)
14.60	187,357,219.25	fBUR, 2020	29.38
21.90	281,035,828.88	DBO ₅ tomada el Reglamento de Calidad de Agua de la República Dominicana	66.27
33.10	424,761,914.88	(Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2010)	100.16
29.49	378,435,917.51	(Infante, 2018)	89.24
18.25	234196524.06	DBO ₅ de Brasil, tomada de (IPCC, 2019)	55.22

Fuente: elaboración propia

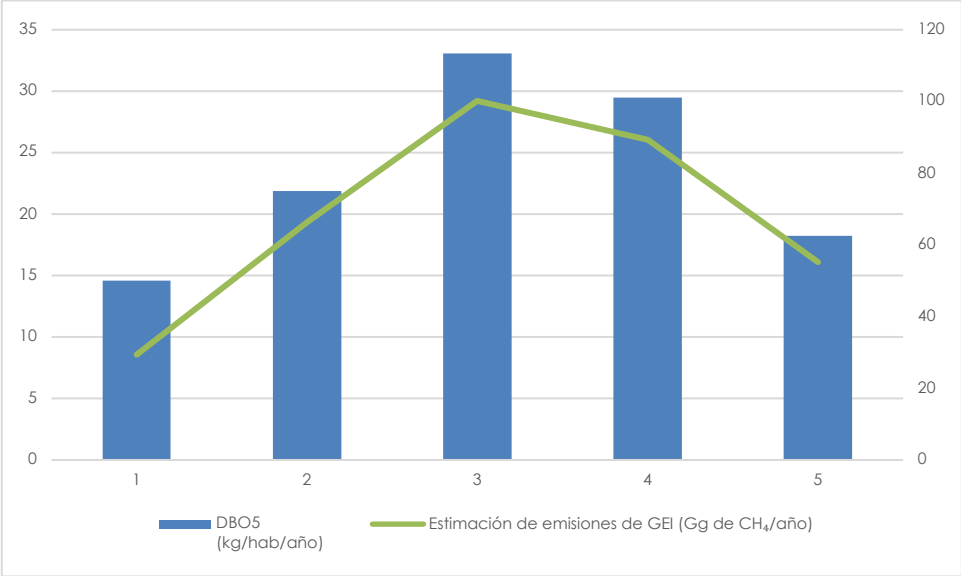
En el Primer Informe Bienal de Actualización la República Dominicana utilizó el valor por defecto que contiene el Inventory Software de la IPCC (dato errado), este valor se utilizó para todo el

intervalo de tiempo publicado en ese inventario nacional de gases de efecto invernadero, reportando unas emisiones por debajo de la realidad nacional en el sector de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas.

En el 2023, se estimó las emisiones de GEI para esta categoría de aguas residuales domésticas a partir de la DBO₅ para un habitante equivalente, reportada en el Reglamento Técnico Ambiental sobre Control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillado Sanitario y Aguas Costeras (2023), antigua Norma, correspondiente a 21.90 kg/hab/año (se considera que este es un valor teórico). Para este Inventario de GEI nacional en el periodo 1998 – 2022, se propone mejorar los datos base utilizados, tomando valores promedio nacionales, como los reportados y analizados en los años 2010 y 2018, para unas DBO per cápita de 33.10 y 29.49 kg/hab/año, ya que se considera que estas informaciones fueron levantadas en campo, bajo una representación nacional de PTAR.

Analizando la imagen de valores específicos por países de la DBO per cápita, publicada en las Directrices IPCC refinadas al 2019, el único país de América Latina, en vía de desarrollo es Brasil, pero en cuestión de densidad poblacional y estilos de vida difiere a República Dominicana. No obstante, se realizó el mismo análisis para los valores anteriores, a partir de la DBO per cápita correspondiente a 18.25 kg/hab/día.

Comparando el comportamiento de las emisiones ocasionadas por la generación de aguas residuales domésticas, a partir de las DBO per cápita analizadas en el presente documento, se considera una realidad que la República Dominicana emita una cantidad de CH₄ anual entre los 80 – 100 Gg de CH₄/año, según datos de DBO per cápita analizados en laboratorio a partir de muestras de campo.



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIÓN

En la República Dominicana, al 2022 se estima una generación de aguas residuales municipales de 508,831,509.68 m³/año, donde el 13.14% es recolectada para brindarle algún tipo de tratamiento por medio de PTAR municipales, para finalmente, solo ser tratadas un 6.78%.

En el año 2010, se estima que, a nivel nacional, la cobertura de tratamiento de 56 PTAR evaluadas era de un 35% (Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2010), de estas 31 de ellas estaban en operación (el 55% del total), trabajando precariamente, las demás estaban fuera de servicio.

Para el año 2018, se consideró que, de 91 plantas de tratamiento evaluadas, el 60% estaba en funcionamiento (el agua pasa por ella), el 31% estaba fuera de uso, un 4% se encontraba en reparación, un 2% para las que han sido eliminadas y otro 2% para las que le han dado otros usos. Los valores promedio nacionales, analizados en laboratorio a partir de muestras en campo en diferentes PTAR a nivel nacional, en los años 2010 y 2018, presentan una DBO per cápita de 33.10 y 29.49 kg/hab/año respectivamente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que expertos nacionales en el sector evalúen este documento, bajo su mejor parecer recomienden un valor final específico como país.

Davis, M. L., & Masten, S. J. (2004). *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. México: McGraw-Hill.

Infante, J. A. (2018). *Monográfico de Evaluación Diagnóstica Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la República Dominicana*. Santo Domingo: Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2010). *República Dominicana: Estado del Conocimiento en relación al tratamiento de las aguas residuales*. México: Proyecto IDRC-UNAM 105701-001. Obtenido de http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACClimateChange/PrimerInformeTec/6_6_Anexo_Res ultados_Republica_Dominicana.pdf

IPCC. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Switzerland: : IPCC. Obtenido de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_0_Cover.pdf

Pons, M.-N., Spanjers, H., Baetens, D., Nowak, O., Gillot, S., Nouwen, J., & Schuttinga, N. (2004). *Wastewater Characteristics in Europe – A Survey*. *European Water Management Online*. Obtenido de https://www.ewa-online.eu/tl_files/_media/content/documents_pdf/Publications/E-Water/documents/70_2004_04.pdf

Determinación de MCF y FE para aguas residuales industriales por rubro industrial

Industria	Planta	Tratamiento	FE (kg de CH ₄ /kg de DQO)	FE ponderado (kg de CH ₄ /kg de DQO)
Alcohol	Refinación de alcohol 1	Aeróbico mal manejado	0,1	
	Refinación de alcohol 2	Fertirriego	0	0,05
Cerveza	Cerveza y Malta 1	Planta de tratamiento aeróbica	0	
	Cerveza y Malta 2	anaeróbico poco profundo	0,2	0,1
Refinación azúcar	Refinación de azúcar	anaeróbico poco profundo	0,2	0,2
Carne y aves de corral	Carne y aves de corral 1	anaeróbico poco profundo	0,2	0,2
	Carne y aves de corral 2	anaeróbico poco profundo	0,2	0,2

Fuente: Informes de cumplimiento ambiental e Inspecciones Ambientales

Anexo 6. Aseguramiento de la calidad

Este anexo al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de República Dominicana resume los hallazgos clave y las recomendaciones derivadas del proceso de aseguramiento de calidad llevado a cabo sobre el INGEI 1998-2018. El objetivo de esta revisión fue garantizar que el inventario cumpla con los estándares internacionales de precisión, transparencia y coherencia, conforme a las Directrices del IPCC de 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. En este documento, se presentan los comentarios y sugerencias por cada categoría del inventario revisada, abarcando aspectos como sistemas de gestión del inventario, procedimientos de garantía y control de calidad, análisis de categorías clave, y evaluaciones específicas por sectores. Las recomendaciones emitidas buscan orientar las acciones futuras para la mejora continua del inventario, asegurando así su alineación con las mejores prácticas internacionales y la representación precisa del perfil de emisiones del país. Estas recomendaciones fueron consideradas en la elaboración del INGEI 1998-2022.

Sistema de Gestión de Inventarios de GEI

Arreglos del inventario

Hallazgos/Comentarios: Los arreglos del inventario incluyen grupos de trabajo y mecanismos de coordinación, aunque la documentación de estos arreglos es incompleta.

Recomendaciones: Completar la documentación de los arreglos institucionales, incluyendo roles y responsabilidades detalladas.

Garantía de Calidad y Control de Calidad (GC/CC)

Hallazgos/Comentarios: Existe un conjunto de procedimientos generales de CC, pero no se describe un plan integral de GC/CC.

Recomendaciones: Describir con más detalle el plan de GC/CC y implementar procedimientos generales y específicos para cada categoría.

Análisis de Categorías Clave

Hallazgos/Comentarios: Se realiza el análisis de categorías clave, pero no se reporta cómo se utilizan los resultados para priorizar esfuerzos.

Recomendaciones: Utilizar los resultados del análisis para priorizar actividades en los planes de mejora del inventario.

Análisis de Incertidumbre

Hallazgos/Comentarios: El inventario incluye un análisis de incertidumbre, pero no se presenta discusión cualitativa de la misma.

Recomendaciones: Presentar una discusión cualitativa de la incertidumbre y usar los resultados del análisis para la elaboración del plan de mejoras del INGEI.

Plan de Mejora del Inventario Nacional

Hallazgos/Comentarios: No se incluye un plan de mejora integral que refleje prioridades y recursos necesarios.

Recomendaciones: Elaborar y describir un plan de mejora integral, incluyendo prioridades, recursos necesarios, y responsables.

Sistema de Archivo

Hallazgos/Comentarios: No se describe el sistema de archivo, aunque se indica que la documentación es mantenida por el Dpto. de Métrica y Transparencia del Cambio Climático del MMARN.

Recomendaciones: Diseñar un sistema de archivo completo y estandarizado del inventario.

Evaluación de métodos y principios de calidad

Hallazgos/Comentarios: No se utilizan métodos de nivel superior para categorías clave en los sectores de energía y agricultura.

Recomendaciones: Diseñar un plan de mejoras que aborde la mejora de las estimaciones de categorías clave con metodologías de nivel superior.

Evaluación sectorial: Energía

1.A Quema de Combustibles y sus subcategorías

1.A.1 Industrias de la Energía

Hallazgos/Comentarios: Se incluyen todas las industrias energéticas del país; sin embargo, existe una cobertura incompleta y una metodología inadecuada en algunas subcategorías.

Recomendaciones: Mejorar la identificación y asignación de autoprodutores en el balance energético

1.A.2 Industrias Manufactureras y de la Construcción

Hallazgos/Comentarios: Cobertura completa de la categoría, pero hay necesidad de actualizar las encuestas de consumo de combustibles.

Recomendaciones: Mejorar la regularidad de las encuestas de consumo y evitar doble contabilidad con el sector ferrocarril.

1.A.3 Transporte

Hallazgos/Comentarios: No se incluyen emisiones de navegación marítima ni transporte militar.

Recomendaciones: Estimar las emisiones de navegación marítima utilizando información de la dirección portuaria y mejorar el reporte de las emisiones militares.

1.A.4 Otros sectores

Hallazgos/Comentarios: Se consideran todas las actividades de combustión estacionaria, pero hay cobertura incompleta en algunos subsectores.

Recomendaciones: Considerar categorías de consumo de Agricultura/Silvicultura/Pesca en futuras encuestas energéticas.

1.B Emisiones Fugitivas de la Fabricación de Combustibles

1.B.1 Combustibles Sólidos

Recomendaciones: Estimar emisiones fugitivas de combustibles sólidos utilizando las metodologías del Refinamiento de 2019 del IPCC

1.B.2 Petróleo y Gas Natural

Recomendaciones: Estimar las emisiones fugitivas relacionadas con el transporte y almacenamiento de gas natural

1.B.3 Otras Emisiones de Producción Energética

No Ocurre

1.C Transporte y Almacenamiento de CO₂

No aplicable

Evaluación sectorial: IPPU

2.A Industria de los Productos Minerales

Recomendaciones: Mejorar la obtención de información sobre el total de carbonatos consumidos en el país para mejorar las estimaciones.

2.B Industria Química

Recomendaciones: Obtener información sobre los tipos de uso del carburo en el país y actualizar las estimaciones realizada.

2.C Industria de los Metales

Hallazgos/Comentarios: No se cuenta con datos de actividad para la producción de plomo.

Recomendaciones: Identificar actores del sector y proveedores de información para mejorar el proceso industrial en el país.

2.D Uso de Productos No Energéticos de Combustibles y de Solventes

Recomendaciones: Identificar cantidades de lubricantes y estimar las emisiones en el sector energía o desechos según corresponda.

2.E Industria Electrónica

La categoría no ocurre en el país.

2.F Usos de los Productos como Sustitutos para las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono

Hallazgos/Comentarios: Revisión de composición de mezclas.

Recomendaciones: Recopilar información sobre gases dentro de productos que entran pre-cargados de gases en el país.

2.G Fabricación y Uso de Otros Productos

Recomendaciones: Estimar las emisiones de SF₆ de equipos eléctricos obteniendo información de reguladores y operadores del sistema eléctrico.

2.H Otros

Recomendaciones: Asegurar que la producción que ocurre en el país de otros procesos sea considerada por el inventario.

Evaluación sectorial: AFOLU

3.A Producción Animal y Caracterización de la Población de Ganado

Hallazgos/Comentarios: No todas las categorías de ganado están cubiertas y falta un censo agropecuario actualizado.

Recomendaciones: Mejorar la descripción de los datos actuales en el NIR, comenzar el proceso para recopilar datos de población ganadera a través de un censo agropecuario.

3.A.1 Fermentación Entérica y 3.A.2 Gestión del Estiércol

Recomendaciones: Investigar el uso de biodigestores, especialmente en la gestión de purines de porcino, y reportar sobre el reparto del estiércol de los digestores anaeróbicos en campos agrícolas

3.B Tierras y Subcategorías

Recomendaciones: Incluir en el NIR las definiciones de los reservorios de carbono utilizadas y explicar en el NIR que se asume que toda el área nacional está gestionada

3.B.1 Tierras Forestales

Recomendaciones: No se especifican recomendaciones debido a la cobertura completa en esta subcategoría

3.B.2 Tierras de Cultivo

Hallazgos/Comentarios: La diferenciación entre cultivos anuales y perennes necesita clarificación y mejora.

Recomendaciones: Clasificar adecuadamente las áreas de cultivo anual y caña en cultivos anuales y diferenciar los cultivos perennes

3.B.3 Pastizales y 3.B.4 Humedales

Recomendaciones: Para humedales, indicar la extracción de turba y estimar las emisiones correspondientes.

Evaluación sectorial: Residuos

4.A Eliminación de desechos sólidos

Recomendaciones: Describir la evolución de los tipos de gestión de residuos sólidos y proporcionar referencias completas en el informe de inventario.

4.B Tratamiento biológico de los desechos sólidos

Hallazgos/Comentarios: No se ha estimado, pero existen plantas de compostaje y de digestión para biogás.

Recomendaciones: Estimar la categoría de tratamiento biológico de residuos incluyendo las plantas de compostaje y digestión anaerobia en plantas de biogás.

4.C Incineración e incineración abierta de desechos

Recomendaciones: Obtener información para estimar las emisiones de incineración de residuos para todos los tipos de residuos.

4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Hallazgos/Comentarios: Se reportan las emisiones de CH₄ y N₂O del tratamiento y descarga de aguas residuales, pero no todas las emisiones son consideradas (hoteles).

Recomendaciones: Revisar los grados de utilización por tipo de tratamiento segmento de población y año utilizando fuentes de información existentes

Referencias

Acuerdo de París. (2015). Decisión 1/CP.21, Adopción del Acuerdo de París. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf>

Autoridad Portuaria Dominicana (APORDOM). (2018). Puertos comerciales. Santo Domingo. Recuperado de <https://transparencia.portuaria.gob.do/sites/default/files/2018-06/Puertos%20Comerciales%20RD%202018.pdf>

Autoridad Portuaria Dominicana (APORDOM). (2020). Estadísticas 2019. Santo Domingo. Recuperado de <https://transparencia.portuaria.gob.do/sites/default/files/2020-02/Estadisticas%202019.pdf>

Banco Central. (2023). Recuperado de <https://www.bancentral.gov.do>

Banco Mundial. Datos del país - República Dominicana. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/country/dominicanrepublic>

CMNUCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

CMNUCC. (1996). Decisión 10/CP.2 Communications from Parties not included in Annex I to the Convention: guidelines, facilitation and process for consideration. Recuperado de: [Decision 10/CP.2 \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/Decision_10/CP.2)

CMNUCC. (2010). Reporte de la Conferencia de las Partes en su decimoquinta sesión, realizada en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009, Adenda, Parte Dos: Acciones tomadas por la Conferencia de las Partes en su decimoquinta sesión. FCCC/CP/2009/11/Add.1. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>

CMNUCC (2012). Decisión 2/CP.17, Anexo III: Directrices de la Convención Marco para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. Recuperado de: <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf#page>

CMNUCC (2018). Decisión 18/CMA.1 Anexo Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París. Recuperado de: [FCCC/PA/CMA/2018/3/Add.2 \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/resource/docs/2018/cma/1/annex/18_cma.1_annex.pdf)

Comisión Nacional de Energía (CNE). (15 de Julio de 2019). CNE publica Balance de Energía 2018 y la serie histórica desde 1998. Recuperado de <https://www.cne.gob.do/noticia/cne-publica-balance-de-energia-2018-y-la-serie-historica-desde-1998/>

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2019). Matriz de Electricidad: República Dominicana - 2018 (kTep). Recuperado de <https://www.cne.gob.do/wp-content/uploads/2019/07/diagram-2-1-1024x512.png>

Dirección General de Impuestos Internos (DGII). (2020). Boletín Estadístico Parque Vehicular. Santo Domingo. Recuperado de <https://dgii.gov.do/estadisticas/parqueVehicular/1Informes%20Parque%20Vehicular/ParqueVehicular2020.pdf>

Dirección General de Minería (DGM). (2004-2022). Informes Anuales de Operación de los Concesionarios Mineros. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de <https://www.one.gob.do/datos-y-estadisticas/temas/estadisticas-economicas/estadisticas-sectoriales/mineria/>

FAO. (2023). FAOSTAT. Food and agriculture data. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/>

Gobierno de la República Dominicana y GIZ. (2018). Situación Actual de Gestión de Residuos en República Dominicana. Informe Final, Estado GIRS República Dominicana, Noviembre 2018. Judith Wolf. Recuperado de <https://cambioclimatico.gob.do/phocadownload/Documentos/giz/Wolf,%20Judith%20-%20Informe%20Final,%20Estado%20GIRS%20Rep.Dom.%20Nov.%202018.pdf>

IFA (2023) IFASTAT. Recuperado de [IFASTAT - Fertilizer](#)

Instituto Azucarero Dominicano (INAZUCAR). (2020). Memoria Institucional Año 2019. Santo Domingo. Recuperado de <http://www.inazucar.gov.do/transparencia/phocadownload/Publicaciones/memorias/MEMORIA%202019%20.pdf>

IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IGES, Japón: National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds) Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_8x_Ch8_An1_Units_Index.pdf

JICA (S/F) Evaluación del Manejo de Residuos Sólidos Actual. Capítulo 3 Recuperado de: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/171024_03.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2011). Identificación de las causas de la Deforestación y la degradación de los Bosques en la republica dominicana <https://www.forestcarbonpartnership.org/system/files/documents/Informe%20final%20Causas%20Deforestacion%20Rep.%20Dominicana%202005.09.11.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). Atlas de Biodiversidad y Recursos Naturales de la República Dominicana 2012. Recuperado de <http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/ATLAS-2012.pdf>

Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014): Estudio de uso y cobertura de suelo 2012. Santo Domingo, R.D., 38 páginas. Año 2014

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014a). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 80 páginas

Ministerio de Agricultura (2023) Estadísticas Agropecuarias. Recuperado de: [Estadísticas Agropecuarias Archives - Ministerio de Agricultura de la República Dominicana](#)

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018a). Elaboración del Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana (INF-RD). Proyecto Preparación para REDD+. Informe Preliminar. Remitido el 13 de marzo del 2019.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018b). Análisis de las Causas Directas e Indirectas (Drivers) de Deforestación y Degradación de los Bosques (DD) en República Dominicana y Propuestas de Alternativas de Uso Sostenible del Suelo que Disminuyen la DD y Aumentan los Reservorios de Carbono. Santo Domingo.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). Inventario Nacional Forestal de la República Dominicana. Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), Fondo Cooperativo del Carbono de los Bosques (FCPF) - Banco Mundial (BM). Santo Domingo, República Dominicana.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. 2001-2018.

Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda 2010. Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en <https://www.one.gob.do/estadisticas/409/censos>.

Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2023). Datos y Estadísticas. Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en <https://www.one.gob.do/estadisticas>.

Oficina Nacional de Estadística (ONE). (varios años). Encuesta de Hogar de Propósitos Múltiples 2006, 2007, 2009-2010, 2012, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2021. Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en <https://www.one.gob.do/estadisticas/53/encuesta-de-hogares-de-propositos-multiples>.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2005). Reporte anual sobre desarrollo humano 2005. Recuperado de https://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/266/hdr05_complete.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2016). Inventario de Hidrofluorocarbonos (HFC) en la República Dominicana. Recuperado de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Dominican%20Republic%20HFC%20Inventory%20-%20Spanish.pdf>

República Dominicana. (2003). Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/documents/106755>

República Dominicana. (2009). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/documents/106756>

República Dominicana. (2017). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/documents/39777>

República Dominicana. (21 de mayo de 2020). Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://unfccc.int/documents/228869>

Sistema Nacional de Cuentas (SNC). (2008). Metodología de cuentas nacionales para la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU).

Wolf, J. (2018). Situación actual de gestión de residuos en República Dominicana: un análisis en base de datos levantados en el marco del proyecto ZACK. Santo Domingo: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.