



# Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero Uruguay

Serie 1990–2022



Ministerio  
de Ambiente



INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
URUGUAY - SERIE 1990-2022

2024

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

La elaboración del Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (NID, por sus siglas en inglés) fue coordinada por el Ministerio de Ambiente (MA) de la República Oriental del Uruguay en el marco del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC).

MINISTERIO DE AMBIENTE (MA)

Autoridades Principales

Robert Bouvier, MINISTRO  
Gerardo Amarilla, SUBSECRETARIO  
Natalie Pareja, DIRECTORA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático - Grupo de Coordinación  
(integración al 20 de noviembre de 2024)

MINISTERIO DE AMBIENTE (MA)

Natalie Pareja

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA (MGAP)

Gonzalo Becoña

OFICINA DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO (OPP)

Leonardo Seijo

MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL (MDN)

Luis Felipe Borge

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF)

María Luisa Olivera

Victoria Buscio

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA (MIEM)

Beatriz Olivet

Laura Lacuague

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES (MRREE)

Alberto Márquez

Camila Bermúdez

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA (MSP)

Carmen Ciganda

Lilian Porta

MINISTERIO DE TURISMO (MINTUR)

Ignacio Curbelo

Karina Larruina

MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (MVOT)

Norbertino Suárez

Ana Álvarez

Rosana Tierno

CONGRESO DE INTENDENTES (CI)

Miguel Baccaro

SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS (SINAE)

Santiago Caramés

Walter Morroni

ORGANISMOS INVITADOS

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL (MIDES)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA

Alberto Majó

Graciela Morelli

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (MTOP)

Nicolás Van Der Maesen

INSTITUTO URUGUAYO DE METEOROLOGÍA (INUMET)

Noelia Misevicius

AGENCIA URUGUAYA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL (AUCI)

Viviana Mezzetta

## Grupo de trabajo de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del SNRCC

**Coordinación del Grupo de trabajo:** Carla ZILLI.

**Coordinación Técnica para la elaboración del INGEI 2022:** Guadalupe MARTÍNEZ y Daniel QUIÑONES.

**Compilación:** Guadalupe MARTÍNEZ.

**Control de calidad:** Coordinación: Daniel QUIÑONES. Revisores internos: Virginia SENA, Guillermina PÉREZ, Guadalupe MARTÍNEZ y Daniel QUIÑONES.

**Aseguramiento de calidad:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (revisión externa para GEI, categorías y fuentes incluidas en el KP1 del BIICC, IEM2022).

**Responsables sectoriales:** Energía: Rafael LAVAGNA, Juan Ignacio JIMÉNEZ, Gabriela HORTA y Alejandra REYES. IPPU: Guillermina PÉREZ, Guadalupe MARTÍNEZ. Agricultura y UTCUTS: María José ALEGRETTE y Cecilia PENENGO. DESECHOS: Javiera SALAS, Francis COSTA, Gerónimo Etchechury, Federico Souteras, Guillermina PÉREZ y Guadalupe MARTÍNEZ.

**Colaboraron en la elaboración del INGEI 1990-2022:** Beatriz OLIVET, Andrea DE NIGRIS, Rossana GAUDIOSO, Adriana BENTANCUR, Franco COCCHIARARO

**Diseño gráfico:** Diego Nietto

**Imágenes:** Ministerio de Ambiente

Para la elaboración de este documento se contó con el apoyo económico del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a partir del proyecto Primer y Segundo Informes Bienales de Transparencia (1BTR + 2BTR), de acuerdo al Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París.

Para el diseño gráfico de este documento se contó con el apoyo económico del Proyecto adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay, financiado por la unión europea en el marco del programa de cooperación Euroclima, y con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) como agencia implementadora.



Cofinanciado por:



Ministerio  
de Ambiente

*El uso del lenguaje que no discrimine entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de cómo hacerlo en nuestro idioma. En tal sentido, y con el fin de evitar la sobrecarga que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.*

# CONTENIDOS

<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>12</b>
RE.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático	12
RE.2. Resumen de las tendencias relacionadas con las emisiones y remociones nacionales	13
RE.3. Resumen de las estimaciones y tendencias de emisiones por categoría de fuente y sumidero	14
RE.4. Otra información (GHG indirectos y precursores)	14
RE.5. Análisis de categorías principales	15
RE.6. Mejoras introducidas	17
<b>1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal</b>	<b>18</b>
1.1. Información de antecedentes sobre inventarios de GEI y cambio climático	18
1.2. Descripción de circunstancias nacionales y arreglos institucionales	22
1.2.1. Punto Focal nacional	22
1.2.2. Sistema Nacional de Inventario	22
1.2.3. Proceso de preparación del inventario	23
1.2.4. Archivo de la información	25
1.2.5. Procesos para la consideración y aprobación final de inventario	26
1.3. Descripción general de las metodologías (incluyendo Niveles) y fuentes de datos utilizadas	27
1.4. Análisis de categorías principales	35
1.5. Descripción del Plan de QA/QC y su implementación	38
1.6. Evaluación general de la incertidumbre	40
1.7. Evaluación general de la exhaustividad	40
1.7.1. Información de exhaustividad	40
1.7.2. Descripción de categorías insignificantes	43
1.7.3. Total, agregado de categorías consideradas insignificantes	43
1.8. Métricas	44
1.9. Flexibilidad aplicada	45
<b>2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero</b>	<b>46</b>
2.1. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI agregados	47
2.2. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI por sector y por gas	57
2.2.1. Descripción de las tendencias de emisiones por sector	57
2.2.2. Descripción de las tendencias de emisiones por GEI	59
2.2.2.1. Descripción de las tendencias de emisiones del GEI - CO <sub>2</sub>	59
2.2.2.2. Descripción de las tendencias de emisiones del GEI - CH <sub>4</sub>	61
2.2.2.3. Descripción de las tendencias de emisiones del GEI - N <sub>2</sub> O	62
2.2.2.4. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI - F Gases	63
2.2.2.5. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI - Precursores e indirectos	65
2.2.2.6. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI - Métrica GTP100 <sub>AR5</sub>	69
<b>3. Sector Energía (CRT 1)</b>	<b>75</b>
3.1. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI agregados	76
3.1.1. Emisiones GEI sector energía 2022	78
3.1.1.1. Emisiones de GEI directos	81
3.1.2. Tendencia de los GEI del sector	85
3.1.2.1. Tendencia de las emisiones de CO <sub>2</sub> del sector	87
3.1.2.2. Tendencia de las emisiones de CH <sub>4</sub> del sector	88
3.1.2.3. Tendencia de las emisiones de N <sub>2</sub> O del sector	89
3.1.2.4. Tendencia de las emisiones de gases precursores y SO <sub>2</sub>	91



3.2. Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)	93
3.2.1. Aspectos metodológicos generales del sector	93
3.2.2. Principales cambios introducidos	95
3.2.3. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia	95
3.2.4. Partidas Informativas	96
3.2.4.1. Combustibles de bunkers internacionales	96
3.2.4.2. Emisiones de CO <sub>2</sub> biogénicas	97
3.2.5. Materias primas y uso no energético de combustibles	100
3.2.6. Sub-Categorías de Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)	102
3.2.6.1. Industrias de la energía (1.A.1.)	102
3.2.6.1.1. Aspectos metodológicos Industrias de la energía (1.A.1.)	102
3.2.6.2. Industrias manufactureras y de la construcción (CRT 1.A.2.)	104
3.2.6.2.1. Aspectos metodológicos	107
3.2.6.2.2. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	109
3.2.6.3. Transporte (CRT 1.A.3.)	110
3.2.6.3.1. Aspectos metodológicos	111
3.2.6.3.2. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	112
3.2.6.4. Otros sectores (CRT 1.A.4.)	113
3.2.6.4.1. Comercial/ Institucional (CRT 1.A.4.a.)	113
3.2.6.4.1.1. Aspectos metodológicos	114
3.2.6.4.2. Residencial (CRT 1.A.4.b.)	115
3.2.6.4.2.1. Aspectos metodológicos	116
3.2.6.4.3. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (CRT 1.A.4.c.)	116
3.2.6.4.3.1. Aspectos metodológicos	117
3.2.6.5. Categoría No Especificado (CRT 1.A.5.)	118
3.2.6.5.1. Aspectos metodológicos	118
3.2.7. Flexibilidad aplicada en el sector	118
3.2.8. Incertidumbre específica y coherencia de la serie temporal de la categoría	118
3.2.9. Actividades de QA/QC específicos de la categoría Actividades de quema de combustible (CTR 1.A.)	119
3.2.9.1. Cálculo de factor de emisión implícito	120
3.2.10. Recálculos específicos de la Actividades de quema de combustible (CRT 1.A.)	122
3.3. Emisiones fugitivas de combustibles sólidos, petróleo y gas natural, y otras emisiones de la producción de energía (CRT 1.B.)	128
3.4. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub> (CRT 1.C.)	128

#### **4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2) 129**

4.1. Panorama general del sector	130
4.1.1. Tendencia de los GEI del sector	132
4.1.2. Contribución por gas del sector para el año 2022	134
4.1.3. Evolución de emisiones GEI del sector IPPU	138
4.1.4. Aspectos metodológicos generales del sector	145
4.2. Categoría Industria Mineral (CRT 2.A.)	147
4.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	147
4.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	150
4.2.3. Producción de cemento (CRT 2.A.1.)	151
4.2.3.1. Descripción de la subcategoría	151
4.2.3.2. Tendencia de las emisiones	151
4.2.3.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría	152
4.2.3.4. Incertidumbres	156
4.2.3.5. Consistencia de la serie temporal	156
4.2.4. Producción de cal (CRT 2.A.2.)	157
4.2.4.1. Descripción de la subcategoría	157
4.2.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	157

4.2.4.3. Aspectos metodológicos	158
4.2.4.4. Incertidumbres	160
4.2.4.5. Consistencia de la serie temporal	161
4.2.5. Producción de vidrio (CRT 2.A.3.)	161
4.2.5.1. Descripción de la subcategoría	161
4.2.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	161
4.2.5.3. Aspectos metodológicos	162
4.2.5.4. Incertidumbres	163
4.2.6. Otros usos de los carbonatos en los procesos (CRT 2.A.4.)	164
4.2.6.1. Descripción de la subcategoría	164
4.2.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI	164
4.2.6.3. Aspectos metodológicos	165
4.2.6.4. Incertidumbres	168
4.2.6.5. Consistencia de la serie temporal	169
4.3. Industria química (CRT 2.B.)	169
4.3.1. Descripción de la subcategoría	169
4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI	170
4.3.3. Aspectos metodológicos	173
4.3.4. Incertidumbres	174
4.3.5. Consistencia de la serie temporal	174
4.4. Industria de los metales (CRT 2.C.)	175
4.4.1. Descripción de la subcategoría	175
4.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	175
4.4.2.1. Aspectos metodológicos	177
4.4.2.2. Incertidumbres	179
4.4.2.3. Consistencia de la serie temporal	180
4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D.)	180
4.5.1. Descripción de la subcategoría	180
4.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	180
4.5.3. Aspectos metodológicos	183
4.5.4. Uso de lubricantes (CRT 2.D.1.)	183
4.5.4.1. Descripción de la subcategoría	183
4.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	183
4.5.4.3. Aspectos metodológicos	184
4.5.4.4. Incertidumbres	186
4.5.4.5. Consistencia de la serie temporal	186
4.5.5. Uso de la cera de parafina (CRT 2.D.2.)	186
4.5.5.1. Descripción de la subcategoría	186
4.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	186
4.5.5.3. Aspectos metodológicos	187
4.5.5.4. Incertidumbre	188
4.5.5.5. Consistencia de la serie temporal	189
4.5.6. Uso de solventes (CRT 4.D.3.)	189
4.5.6.1. Descripción de la subcategoría	189
4.5.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI	189
4.5.6.3. Aspectos metodológicos	190
4.5.6.4. Incertidumbre	191
4.5.6.5. Consistencia de la serie temporal	191
4.5.7. Otros (4.D.4.)	191
4.5.7.1. Descripción de la subcategoría	191
4.5.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI	191
4.5.7.3. Aspectos metodológicos	192
4.5.7.4. Incertidumbre	192
4.5.7.5. Consistencia de la serie temporal	192

4.6. Industria electrónica (CRT 2.E)	193
4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F)	193
4.7.1. Descripción de la categoría	193
4.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI	193
4.7.3. Aspectos metodológicos	197
4.7.4. Refrigeración y aire acondicionado (CRT 2.F.1.)	199
4.7.4.1. Descripción de la subcategoría	199
4.7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	200
4.7.4.3. Aspectos metodológicos	200
4.7.5. Agentes espumantes (CRT 2.F.2.)	203
4.7.5.1. Descripción de la subcategoría	203
4.7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	203
4.7.5.3. Aspectos metodológicos	204
4.7.6. Protección contra incendios (CRT 2.F.3.)	205
4.7.6.1. Descripción de la subcategoría	204
4.7.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI	204
4.7.6.3. Aspectos metodológicos	206
4.7.7. Aerosoles (CRT 2.F.4.)	207
4.7.7.1. Descripción de la subcategoría	207
4.7.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI	208
4.7.7.3. Aspectos metodológicos	208
4.7.8. Uso de solventes (CRT 2 F 5)	209
4.7.9. Otros (CRT 2F6.)	209
4.7.10. Incertidumbres	209
4.7.11. Consistencia de la serie temporal	210
4.8. Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G)	210
4.8.1. Descripción de la categoría	210
4.8.2. Tendencia de los GEI	210
4.8.3. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	212
4.8.4. Equipos eléctricos (CRT 2.G.1.)	213
4.8.4.1. Descripción de la subcategoría	213
4.8.4.2. Tendencia de emisiones de GEI	212
4.8.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría	214
4.8.5. SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos (CRT 2.G.2.)	215
4.8.6. N <sub>2</sub> O de otros usos de productos (CRT 2.G.3.)	215
4.8.6.1. Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI	215
4.8.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI	216
4.8.6.3. Aspectos metodológicos	216
4.8.7. Incertidumbre	218
4.8.8. Consistencia de la serie temporal	218
4.9. Otros (CRT 2.H.)	218
4.9.1. Descripción de la categoría	218
4.9.2. Tendencia de GEI	218
4.9.3. Aspectos metodológicos	222
4.9.4. Incertidumbre	222
4.9.5. Consistencia de la serie temporal	222
4.10. Flexibilidad aplicada en el sector	222
4.11. Incertidumbre sectorial	222
4.11.1. Análisis cualitativo	222
4.11.2. Análisis cuantitativo	225
4.12. Actividades de QA/QC del sector	226
4.13. Recálculos específicos del sector	227
4.14. Plan de mejoramiento del sector	231

<b>5. Sector Agricultura (CRT 3)</b>	<b>232</b>
5.1. Panorama general del sector	233
5.2. Tendencia de los GEI del sector	237
5.2.1. Aspectos metodológicos generales del sector	242
5.3. Fermentación entérica	244
5.3.1. Emisiones GEI por Fermentación entérica para el año de estudio	244
5.3.2. Evolución de emisiones de GEI por Fermentación entérica	244
5.4. Manejo del estiércol (CRT 3.B.)	245
5.4.1. Emisiones de GEI del Manejo del estiércol para el año de estudio	245
5.4.2. Evolución de emisiones de GEI por manejo del estiércol	245
5.5. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> de la tierra	247
5.5.1. Emisiones por cultivos de arroz (CRT 3.C.)	247
5.5.2. Emisiones de suelos agrícolas (CRT 3.D.)	247
5.5.2.1. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O por suelos gestionados en el año de estudio (3.D.1.)	247
5.5.2.2. Evolución de las emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados (CRT 3.D.1.)	249
5.5.2.3. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O procedentes de suelos gestionados en el año de estudio (CRT 3.D.2.)	250
5.5.2.4. Evolución de las emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados (CRT 3.D.2.)	250
5.5.3. Emisiones por Quema prescrita de Sabanas (CRT 3.E.) y por Quema de restos agrícolas (CRT 3.F.) para el año de estudio y su evolución temporal.	251
5.5.4. Emisiones por Aplicación de urea en el año de estudio y su evolución temporal (CRT 3.H.)	251
5.6. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	252
5.6.1 Emisiones por Fermentación Entérica y Manejo del Estiércol del ganado (categorías 3.A. y 3.B.)	252
5.6.1.1. Datos de Actividad	253
5.6.1.1.1. Regionalización agroecológica y caracterización de la población animal	253
5.6.1.2. Factores de emisión	254
5.6.1.3. Emisiones por Quema prescrita de sabanas: Pastizales (3.E.2.) y Quema de restos agrícolas (CRT 3.F.4.)	256
5.6.1.4. Emisiones por Aplicación de urea (CRT 3.H.)	257
5.6.1.5. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados (CRT 3.D.1.)	257
5.6.1.6. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agropecuarios (3.D.2.) y manejo del estiércol (CRT 3.B.5.)	258
5.6.1.7. Emisiones de CH <sub>4</sub> en Cultivo de arroz (CRT 3.C.)	257
5.7. Flexibilidad aplicada	259
5.8. Incertidumbre específica y coherencia de la serie temporal de la categoría	259
5.8.1. Análisis cualitativo	259
5.8.2. Análisis cuantitativo	260
5.8.3. Coherencia de la serie temporal	260
5.9. Actividades de QA/QC específicas de la categoría	262
5.10. Recálculos específicos de la categoría	262
5.11. Mejoras metodológicas realizadas en el Sector Agricultura	265
5.12. Plan de mejoramiento específico de la categoría subcategoría	265
 <b>6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)</b>	 <b>266</b>
6.1. Panorama general del sector	267
6.2. Tendencia de los GEI del sector	274
6.3. Aspectos metodológicos generales del sector	277
6.3.1. Representación coherente de las tierras	279
6.3.2. Categorías de uso de la tierra y subdivisiones	280
6.3.3. Reservorios de carbono	281



6.3.4. Cambios de stock de carbono en los suelos	282
6.3.5. Cambios de stock de carbono en biomasa	284
6.3.6. Cambios de stock de carbono en la materia orgánica muerta	286
6.4. Emisiones de GEI en Tierras forestales	287
6.4.1. Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales	288
6.4.2. Tierras convertidas a Tierras forestales	289
6.4.3. Evolución de las emisiones en Tierras forestales	291
6.4.3.1. Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales	292
6.4.3.2. Tierras convertidas a Tierras forestales	293
6.5. Emisiones de GEI en Tierras de cultivo	294
6.5.1. Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo	295
6.5.2. Tierras que se convierten a Tierras de cultivo	297
6.5.3. Evolución de las emisiones en Tierras de cultivo	298
6.5.3.1. Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo	300
6.5.3.2. Tierras que se convierten a Tierras de cultivo	301
6.6. Emisiones de GEI en Pastizales	302
6.6.1. Pastizales que se mantienen como Pastizales	303
6.6.2. Tierras que se convierten a Pastizales	304
6.6.3. Evolución de las emisiones en Pastizales	306
6.6.3.1. Pastizales que se mantienen como Pastizales	307
6.6.3.2. Tierras que se convierten a Pastizales	307
6.7. Emisiones de GEI en Humedales	309
6.8. Emisiones de GEI en Asentamientos	309
6.8.1. Asentamientos que se mantienen como Asentamientos	310
6.8.2. Tierras que se convierten a Asentamientos	310
6.8.3. Evolución de las emisiones en Asentamientos	312
6.9. Emisiones de GEI en Otras tierras	312
6.9.1. Evolución de las emisiones en Otras tierra	315
6.10. Flexibilidad aplicada	316
6.11. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría	316
6.11.1. Análisis cualitativo	316
6.11.2. Análisis cuantitativo	316
6.11.3. Coherencia de la serie temporal	317
6.12. Actividades de QA/QC específicos de la categoría/subcategoría	317
6.13. Recálculos específicos del sector	318
6.14. Mejoras metodológicas realizadas en el sector	319
6.15. Plan de mejoramiento específico de la categoría/subcategoría	319

## **7. Sector Desechos (CRT 5) 320**

7.1. Panorama general del sector	321
7.1.2. Panorama general del sector	322
7.1.3. Contribución relativa al calentamiento global del sector para el año 2022	324
7.1.4. Evolución de emisiones de GEI del sector 1990-2022	325
7.1.5. Aspectos metodológicos generales del sector	329
7.2. Disposición de residuos sólidos (CRT 5.A.)	330
7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	330
7.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	333
7.2.3. Incertidumbre específica de la categoría	376
7.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría	377
7.3. Tratamiento biológico de desechos sólidos (CRT 5.B)	382
7.3.1. Descripción de la categoría	382
7.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI	382
7.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría	383

7.3.4. Incertidumbre específica de la categoría	385
7.3.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría	386
7.4. Incineración e incineración abierta de residuos (CRT 5.C.)	386
7.4.1. Descripción de la categoría	386
7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	386
7.4.2.1. Aspectos metodológicos de la categoría	387
7.4.3. Incineración de desechos (5.C.1.)	387
7.4.3.1. Descripción de la subcategoría	387
7.4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI	388
7.4.3.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría	388
7.4.3.4. Incertidumbre específica de la subcategoría	390
7.4.4. Quema abierta de desechos (5.C.2.)	390
7.5. Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT 5.D.)	392
7.5.1. Descripción de la categoría	392
7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	392
7.5.3. Aspectos metodológicos de la categoría	394
7.5.4. Aguas residuales domésticas	396
7.5.4.1. Descripción de la subcategoría	396
7.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI	395
7.5.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría	397
7.5.4.4. Incertidumbres	405
7.5.4.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	406
7.5.5. Aguas residuales industriales (CRT 5.D.2.)	407
7.5.5.1. Descripción de la subcategoría	407
7.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI	408
7.5.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría	410
7.5.5.4. Incertidumbres específicas de la subcategoría	414
7.5.5.5. Consistencia de la serie temporal	414
7.6. Flexibilidad aplicada	414
7.7. Incertidumbre específica del sector	415
7.7.1. Análisis cualitativo	415
7.8. Actividades de QA/QC específicos del sector	418
7.9. Recálculos específicos de la categoría	419
7.10. Plan de mejoramiento específico de la categoría	424
<b>8. Otros (CRT 6)</b>	<b>425</b>
<b>9. Emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O</b>	<b>425</b>
<b>10. Nuevos cálculos y mejoras</b>	<b>426</b>
10.1. Nuevos cálculos	426
10.2. Plan de mejoramiento	434
<b>Anexo 1: Categorías principales</b>	<b>437</b>
<b>Anexo 2: Evaluación de la incertidumbre</b>	<b>490</b>
<b>Anexo 3: Descripción detallada del enfoque de referencia</b>	<b>506</b>
<b>Anexo 4: Plan de QA/QC</b>	<b>507</b>
<b>Anexo 5: Información adicional</b>	<b>515</b>
<b>Referencias</b>	<b>516</b>

# ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
AR <sub>5</sub>	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
BEN	Balance Energético Nacional
BTR	Biennial Transparency Reports (Informes Bienales de Transparencia)
BUR	Informe Bienal de Actualización
CC	Control de Calidad
CDN	Contribución Determinada a Nivel Nacional
CH <sub>4</sub>	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	Comunicación Nacional
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COP	Conferencia de las partes
CRT	Tablas Comunes de Reportes, por sus siglas en inglés
DA	Datos de Actividad
DIEA	Oficina de Estadísticas Agropecuarias
DINACC	Dirección Nacional de Cambio Climático
DINACEA	Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental
DNE	Dirección Nacional de Energía
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente, por sus siglas en inglés
EMEP	Programa Europeo de Monitoreo y Evaluación, por sus siglas en inglés
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés
FE	Factores de Emisión
GC	Garantía de Calidad
GdT	Grupo de Trabajo del SNRCC
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GTP	Potencial de Temperatura Global
GWP	Potencial de Calentamiento Global
HFC	Hidrofluorocarbono
IE	Incluido en otra Categoría
INE	Instituto Nacional de Estadística
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPPU	Procesos Industriales y Uso de Productos
MA	Ministerio de Ambiente
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MGAP	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
MPG	Modalidades, Procedimientos y Directrices, por sus siglas en inglés
MRREE	Ministerio de Relaciones Exteriores
MSP	Ministerio de Salud Pública
MVOT	Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
NA	No Aplica
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
NE	No Estimado
NO	No Ocurre
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Nitrógeno
OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto
OSE	Obras Sanitarias del Estado
PCA	Potenciales de Calentamiento Atmosférico
PFC	Perfluorocarbono
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
QA/QC	Control y Aseguramiento de la Calidad
SIA	Sistema de Información Ambiental
SINGEI	Sistema de Inventario de Gases de Efecto Invernadero
SNRCC	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

# RESUMEN EJECUTIVO

## RE.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático

Uruguay ha estado comprometido con la acción climática desde 1994, cuando ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la Ley N° 16.517. Este compromiso fue reforzado con la adhesión al Protocolo de Kioto en 2001 y, posteriormente, con la ratificación del Acuerdo de París el 19 de octubre de 2016, entrando en vigor el 4 de noviembre del mismo año. El Acuerdo de París establece un marco global para limitar el aumento de la temperatura mundial a menos de 2°C y seguir esforzándose para no superar los 1,5°C, lo que implicó que Uruguay se comprometiera a presentar sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN) y a implementar medidas de mitigación y adaptación.

Desde su incorporación a estos acuerdos internacionales, Uruguay ha trabajado sistemáticamente en la presentación de Comunicaciones Nacionales (CN) e Informes Bienales de Actualización (BUR), cumpliendo con las exigencias de transparencia y reporte de emisiones de GEI. La Primera Comunicación Nacional (CN) fue presentada en 1997 e incluyó el primer inventario de GEI con datos de 1990. Desde entonces, el país ha actualizado periódicamente sus reportes:

- Primera CN (1997): Cubriendo datos de 1990.
- Segunda CN (2004): Actualización con datos de 1990, 1994, 1998 y 2000.
- Tercera CN (2010): Serie desde 1990 hasta 2004.
- Cuarta CN (2016): Incluyó la serie de 1990 a 2012.
- Quinta CN (2019): Cobertura de la serie hasta 2016.
- Sexta CN (2023): Serie desde 1990 hasta 2020.

En cuanto a los Informes Bienales de Actualización (BUR), Uruguay ha presentado cuatro hasta la fecha:

- Primer BUR (2015): Incluyó la serie 1990 a 2010.
- Segundo BUR (2017): Datos desde 1990 hasta 2014.
- Tercer BUR (2019): Serie de 1990 a 2017.
- Cuarto BUR (2021): Actualización hasta 2019.

Para coordinar sus esfuerzos en materia de cambio climático, Uruguay estableció el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC) mediante el Decreto N° 238/2009. Este sistema es un ámbito de coordinación interinstitucional presidido por el Ministerio de Ambiente (MA), con la vicepresidencia del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). El SNRCC tiene el objetivo de definir, coordinar y supervisar políticas, planes y acciones relacionadas con el cambio climático, integrando la mitigación y la adaptación de manera transversal en el desarrollo del país.

## RESUMEN EJECUTIVO

Dentro del marco del SNRCC, se formalizó el Grupo de Trabajo de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GdT INGEI) mediante el Decreto N° 181/020, el 24 de junio de 2020. Este grupo, coordinado por la Dirección Nacional de Cambio Climático del MA, tiene la función de recopilar, revisar y reportar el Inventario Nacional de GEI, asegurando que las estimaciones cumplan con los estándares internacionales del IPCC. La creación de este grupo ha fortalecido el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), que centraliza la gestión de la información y asegura la participación activa de múltiples sectores (MIEM, MGAP).

El desarrollo continuo de las metodologías de inventario, la adopción de las directrices del IPCC 2006 y la implementación de procesos de aseguramiento de la calidad y control de calidad (QA/QC) han permitido mejorar la precisión y transparencia de los reportes. Estas acciones aseguran que Uruguay pueda cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones y proporcionar información confiable para la toma de decisiones climáticas.

### RE.2. Resumen de las tendencias relacionadas con las emisiones y remociones nacionales.

Uruguay ha logrado avances significativos en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, principalmente mediante la transición a fuentes de energía renovables, alcanzando un 97% de generación eléctrica basada en renovables en 2022. Sin embargo, las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), representando más del 50% de las emisiones totales de GEI, se mantuvieron elevadas debido a la actividad agropecuaria, específicamente la fermentación entérica del ganado bovino. Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) derivadas de los suelos agrícolas contribuyen con aproximadamente un 20% del total de GEI. Por otro lado, el sector UTCUTS muestra una tendencia positiva en remociones de CO<sub>2</sub>, gracias a políticas de reforestación y manejo sostenible de tierras.

Entre 1990 y 2022, las emisiones netas de Uruguay, incluidas las remociones del sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), aumentaron un 27%. En 2022, las emisiones netas totales fueron de 28.448 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa una disminución del 3% en comparación con 2021. Las emisiones totales sin considerar las remociones del sector UTCUTS alcanzaron 37.514 kt CO<sub>2</sub>-q. Las principales fuentes de emisiones fueron el sector Agricultura (27.361 kt CO<sub>2</sub>-eq, 73% del total), seguido de Energía (7.538 kt CO<sub>2</sub>-eq, 20%), Residuos (1.708 kt CO<sub>2</sub>-eq, 5%) e IPPU (907 kt CO<sub>2</sub> eq).

El sector UTCUTS actuó como un sumidero de -9.066 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, impulsado por el aumento del carbono almacenado en biomasa viva y suelos.



## RESUMEN EJECUTIVO

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

El sector Energía representó 7.538 kt CO<sub>2</sub>-eq, siendo el transporte terrestre el mayor contribuyente con un 60% de estas emisiones. Este sector ha experimentado una significativa transición hacia energías renovables, alcanzando una matriz eléctrica compuesta en un 97% por fuentes limpias, lo que ha contribuido a reducir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de electricidad.

Por otro lado, el sector Agricultura sigue siendo el principal emisor del país, generando 27.361 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que equivale al 73% de las emisiones totales excluyendo UTCUTS. La fermentación entérica del ganado bovino aporta la mayor parte del metano (CH<sub>4</sub>) emitido por este sector, con 707 kt en 2022, de las cuales el 96% corresponde al ganado vacuno no lechero. Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes del manejo de suelos agrícolas también son significativas, contribuyendo al perfil general de emisiones de Uruguay.

El sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) tiene una participación más moderada en el total de emisiones, destacando actividades como la producción de cemento y la refrigeración. El sector de Desechos, aunque menor en comparación, genera metano (CH<sub>4</sub>) por la disposición de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales, representando aproximadamente un 5% de las emisiones totales.

El sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) desempeña un rol crucial como sumidero neto de carbono. En 2022, se reportaron remociones netas de -9.066 kt CO<sub>2</sub> gracias a políticas de reforestación y manejo sostenible de las tierras. Estas acciones fortalecen la capacidad de mitigación del país y contribuyen a compensar las emisiones provenientes de otros sectores.

### RE.4. Otra información

El inventario incluye una evaluación de los gases de efecto invernadero indirectos y precursores como CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>DM y SO<sub>2</sub>. Las estimaciones fueron realizadas utilizando guías metodológicas EMEP/EEA 2019.

Adicionalmente se analizó el Potencial de Temperatura Global (GTP<sub>100 AR5</sub>) en conjunto con el Potencial de Calentamiento Global (GWP<sub>100 AR5</sub>). Este análisis permite evaluar de manera más integral el impacto de las emisiones en diferentes horizontes temporales, aportando una mejor comprensión de las implicaciones de las políticas de mitigación.

## RESUMEN EJECUTIVO

Al comparar la contribución relativa de cada gas al total de emisiones nacionales (sin considerar UTCUTS), se observa que el principal gas bajo métrica GWP<sub>100 AR5</sub> es el CH<sub>4</sub> (58%), mientras que con la métrica GTP<sub>100 AR5</sub> el principal gas emisor es el CO<sub>2</sub> (44%) seguido por el N<sub>2</sub>O (38%) El CH<sub>4</sub> pasa a ocupar el tercer lugar como GEI emisor (17%).

En el caso de Uruguay, la métrica que se utilice impacta fuertemente en la contribución del metano y por ende en el peso relativo del sector Agricultura en las emisiones totales nacionales.

### RE.5. Análisis de categorías principales

Uruguay estimó las categorías principales del INGEI mediante el Método 1 y 2, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

Se otorga prioridad, en primer lugar, a las categorías principales estimadas según su nivel y tendencia creciente, utilizando el Método 1 para el último año del inventario. Estas categorías serán enfocadas en la implementación de mejoras orientadas a estimar las emisiones de GEI, de acuerdo con los árboles de decisión establecidos en las Directrices del IPCC de 2006 (Nivel 2 o superior).

**TABLA RE 1.1** Resumen de categorías principales para el año 2022.

Código CRT	Código IPCC	Categoría	Gas	Nivel 2022		Tendencia 2022	
				Con UTCUTS	Sin UTCUTS	Con UTCUTS	Sin UTCUTS
4.A.2	3.B.1.b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	L1, L2		T1, T2	
3.A.1.b	3.A.1.aii	Otro Ganado Vacuno	CH <sub>4</sub>	L1, L2	L1, L2		
3.D.1.	3.C.4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	L1, L2	L1; L2	T1, T2	T2
1.A.3. b.	1.A.3. b.	Transporte terrestre - combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1, L2	L1; L2	T1, T2	T2
4.A.1	3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	L1, L2		T1, T2	
3.D.2	3.C.5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	L1, L2	L2	T1, T2	T1, T2
5.A	4.A	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	L1	L1 L2	T1, T2	T2
4.C.2	3.B.3.b	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	L1		T1	
1.A.1	1.A.1	Industrias de la energía- combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1	L1; L2	T1, T2	T2
3.A.1.a	3.A.1.ai	Ganado lechero	CH <sub>4</sub>	L1	L1		T1
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1	T1
4.F.2	3.B.6.b	Tierras convertidas en otras tierras	CO <sub>2</sub>	L1		T1, T2	
3.B.2	3.A.1.c	Ovinos	CH <sub>4</sub>	L1	L1	T1*, T2*	T1*
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1*	T2
2.A.1	2.A.1	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1	T1

## RESUMEN EJECUTIVO

Código CRT	Código IPCC	Categoría	Gas	Nivel 2022		Tendencia 2022	
				Con UCUTS	Sin UCUTS	Con UCUTS	Sin UCUTS
3.C	3.C.7	Cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	L2	L1; L2		T1, T2
3.B.1.b	3.A.2.a.ii	Otro Ganado Vacuno	CH <sub>4</sub>		L1		
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa sólida	CH <sub>4</sub>	L2	L2		T2
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa sólida	N <sub>2</sub> O			T2	T2
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- biomasa sólida	CH <sub>4</sub>	L2	L2		T2
4.B.2	3.B.2.b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	L2		T1, T2	
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa líquida	N <sub>2</sub> O	L2	L2	T2	T2
1.A.3.b.	1.A.3.b.	Transporte terrestre - combustible líquido	N <sub>2</sub> O			T2	T1, T2
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>				T1, T2
4.B.1	3.B.2.a	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>			T1	T2
4.C.1	3.B.3.a	Pastizales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>			T1	
3.H	3.C.3	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>				T1, T2
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>			T2	T1, T2
1.A.3.d	1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial - combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>				T1*
5.D.1	4.D.1	Aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>				T1*, T2*
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>				T1
3.A.4.e	3.A.1.f	Equinos	CH <sub>4</sub>				T1*
5.D.2	4.D.1	Aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>				T1, T2
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>			T2	T1
1.A.1	1.A.1	Industrias de la energía- combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>				T1
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>				T2

L1: Nivel estimado con método 1

L2: Nivel estimado con método 2

T1: Tendencia estimada con método 1

T2: Tendencia estimada con método 2

T\*: Tendencia decreciente de emisiones

Fuente: elaboración propia

En análisis completo de las categorías principales para el año 1990 y 2022 se encuentran en el Anexo de Categorías Principales.

## RESUMEN EJECUTIVO

### RE.6. Mejoras introducidas

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las mejoras introducidas por Sector y categoría de INGEI:

**TABLA RE 1.2** Resumen de mejoras introducidas por sector.

Sector	Categoría	Mejora
Energía	1.A. Actividades de quema de combustibles	Revisión de datos de actividad y factores de emisión para GEI directos de serie histórica 1990-2020
Energía	1.A. Actividades de quema del combustible	Nueva apertura del combustible Residuos Industriales con nuevo ponderado del factor de emisión
Energía	1.A. Actividades de quema del combustible	Corrección de factor de emisión para subcategoría 1.A.2.f. y serie 2012 en adelante
IPPU	2.A. Industria mineral	Afinamiento de datos de actividad para producción de cemento
IPPU	2.F. Uso de productos sustitutos de los SAO	Migración a nueva versión del Software del IPCC a Refinamiento 2019
Agricultura	3.A. Fermentación entérica 3.B. Gestión del estiércol	Modificación de proporciones de Sistemas de Manejo de estiércol (MMS)
Agricultura	3.B. Gestión del estiércol	Uso de Typical Animal Mass (TAM) específico por país
Agricultura	3.B. Gestión del estiércol	Ajuste de series temporales de datos de actividad de suinos
UTCUTS	4. UTCUTS Hojarasca (Materia Orgánica Muerta)	Ajuste del stock de carbono en hojarasca
Desechos	5.A. Disposición de Residuos Sólidos	Actualización de valores de MCF, composición y cobertura de residuos sólidos
Desechos	5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Actualización de datos de plantas y cambios en sistemas de saneamiento

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 1

# Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal





# Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

### 1.1. Información de antecedentes sobre inventarios de GEI y cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), ratificada por Uruguay mediante la Ley N° 16.517 en 1994, establece como objetivo principal la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera para evitar interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático (CMNUCC, 1992). En cumplimiento de estos compromisos, Uruguay debe desarrollar y presentar inventarios nacionales de emisiones de GEI como parte de sus Comunicaciones Nacionales y los Informes Bienales de Actualización (Biennial Update Reports, BUR). Estos inventarios permiten registrar, de manera sistemática, las emisiones antropogénicas por fuentes y las absorciones por sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal.

Los inventarios de GEI constituyen una herramienta esencial para monitorear y gestionar las emisiones del país, ofreciendo una visión detallada de las fuentes y sumideros de GEI a lo largo del tiempo. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), estos inventarios proporcionan datos fundamentales para la planificación del desarrollo económico, la formulación de políticas ambientales y la identificación de oportunidades de mitigación de emisiones.

Con la entrada en vigor del Acuerdo de París, Uruguay asumió nuevos compromisos en relación con la transparencia y la presentación de informes climáticos. El Acuerdo establece el Marco de Transparencia Reforzado, que incluye la obligación de presentar los Informe bienales de transparencia (Biennial Transparency Reports, BTR). Estos informes, que incluyen los inventarios nacionales de GEI, permiten un seguimiento riguroso de las emisiones, facilitando la evaluación de los avances del país en la

## **CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal**

implementación de sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN) y garantizando la transparencia de sus acciones climáticas (CMNUCC, 2019).

Para asegurar la coherencia y comparabilidad de los inventarios entre países, Uruguay adopta las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que proporcionan metodologías estandarizadas para estimar las emisiones y absorciones de una amplia gama de gases, incluyendo CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub> y NF<sub>3</sub>. Estas metodologías clasifican las emisiones y absorciones en sectores como Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), Agricultura, Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (AFOLU), y Desechos (IPCC, 2006).

En línea con los requisitos 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 París (MPG, por sus siglas en inglés), Uruguay adopta para su primer BTR, el formato de reporte establecido en la Decisión 5/CMA.3 Anexo 1 reportando los sectores Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS (Uso del Tierra y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura) y Desechos.

Uruguay elaboró su primer Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) para el año de referencia 1990, cuyos resultados fueron los informados en la Comunicación Nacional Inicial que el país presentó en 1997 durante la 3ª Conferencia de las Partes (COP) en la CMNUCC. Dicho inventario fue elaborado a partir de las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés), del año 1995.

Para la elaboración del INGEI 2000 fueron aplicadas las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes, específicamente las no incluidas en el anexo I de la Convención (Decisión 17/CP.8). El informe con los resultados del INGEI 2000 y la evolución de las emisiones para los años 1990, 1994, 1998 y 2000 (estimadas bajo las Directrices del IPCC de 1996 revisadas), fue incluido en la Segunda comunicación nacional del Uruguay presentada a la 10ª COP en la CMNUCC de 2004.

El inventario INGEI 2004 presentó una estimación de las emisiones netas de los principales gases de efecto invernadero para ese año y un estudio comparativo de la evolución de las emisiones para 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004. Dicho INGEI está contenido en la Tercera comunicación nacional del Uruguay presentada en la 16ª COP en la CMNUCC de 2010. A partir de ese momento se introdujeron mejoras sustanciales en cuanto a datos de actividad, metodologías y factores de emisión.

Por otra parte, los resultados obtenidos para el INGEI 2010 y la evolución de las emisiones para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008 y 2010 fueron

## **CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal**

presentados en el primer Informe bienal de actualización (en adelante: BUR), según la Decisión 2/CP17.

Asimismo, la Cuarta comunicación nacional del Uruguay presentada en la 22ª COP de la CMNUCC continuó la misma línea de trabajo, e incorporó mejoras para elaborar el INGEI 2012 y la evolución de las emisiones en la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012.

En el segundo BUR, Uruguay migró su metodología de estimación a las Directrices del IPCC de 2006 y presentó la estimación de las emisiones para el año 2014, así como la evolución de las emisiones en la serie que comprende los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012 y 2014.

En la Quinta comunicación nacional del Uruguay se presentó la estimación de las emisiones para el año 2016 y la evolución de estas para la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014 y 2016.

En el tercer BUR Uruguay presentó la estimación de las emisiones para el año 2017 y la evolución de estas para la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2017.

El cuarto BUR contiene la estimación de emisiones GEI para el año 2019 y la evolución de estas para la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019.

En la Sexta comunicación nacional de Uruguay se presentó la estimación de las emisiones para el año 2020 y la evolución de estas para la serie 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020.

### 1.2. Descripción de circunstancias nacionales y arreglos institucionales

#### 1.2.1. Punto Focal nacional

El Ministerio de Ambiente (MA) es la autoridad nacional competente para la instrumentación y aplicación de la CMNUCC y, por lo tanto, es responsable de la elaboración y presentación de INGEI.

#### 1.2.2. Sistema Nacional de Inventario

En la siguiente figura se presentan los componentes del Sistema nacional de inventario de gases de efecto invernadero (SINGEI), desarrollados a continuación.

**FIGURA 1.1** Componentes del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero



Por Decreto del Poder Ejecutivo N° 238/2009, de fecha 20 de mayo de 2009, se crea el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC) como ámbito de coordinación de las políticas, los planes y las acciones nacionales sobre el cambio climático. El MA (ex MVOTMA) está a cargo de dicho sistema y preside su Grupo de Coordinación, con la Vicepresidencia del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP).

En el marco del SNRCC funcionan, a su vez, Grupos de Trabajo específicos, integrados por representantes de dichas instituciones, que atienden diferentes temáticas vinculadas con cambio climático (daños y pérdidas, mitigación, adaptación, género, entre otros). De esos Grupos de Trabajo, algunos se vinculan directamente con la elaboración de los informes que el país presenta ante la CMNUCC y con el seguimiento de los compromisos determinados a nivel nacional incluidos en las CDN. Ese es el caso del Grupo de Trabajo de INGEI coordinado por la DINACC del MA, en los que participan representantes de los diferentes ministerios sectoriales involucrados en la elaboración de los INGEI.

## **CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal**

En virtud de los compromisos asumidos por el país a nivel nacional y ante la comunidad internacional en materia de cambio climático y considerando las demandas crecientes de información actualizada sobre cambio climático a nivel nacional y los cada vez más exigentes requisitos de reporte es que Uruguay, a través del Grupo de Trabajo de INGEI, ha desarrollado un Sistema Nacional de Inventarios .

A partir del INGEI 2006 fue establecida una práctica de trabajo colaborativo entre el MA, el MGAP y el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), que implica que cada ministerio reporte las estimaciones de gases de efecto invernadero correspondientes a sus sectores específicos, y su evolución.

De acuerdo con esta metodología de trabajo, el MA realiza la coordinación general del inventario y prepara el reporte final, así como también la estimación de las emisiones y su evolución para los sectores IPPU y para el sector Desechos. Asimismo, lleva a cabo la compilación de la información sectorial presentada por los otros ministerios, la elaboración del panorama general de emisiones a partir de los reportes sectoriales y la preparación del documento final del INGEI a presentar ante la CMNUCC.

Por otra parte, el MGAP realiza la estimación y el reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero y su evolución correspondiente al sector Agricultura y UTCUTS y el MIEM realiza la estimación y el reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero y su evolución correspondiente al sector Energía.

El SNRCC, a través de su Grupo de Coordinación, aprueba la versión final del INGEI, así como del informe bienales y las comunicaciones nacionales.

El 24 de junio del 2020 a través del Decreto 181/020, se formaliza el Grupo de Trabajo de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero en el marco del SNRCC, que opera el Sistema Nacional de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (SINGEI) de Uruguay y coordina la realización de los informes, previstos por la CMNUCC.

### **1.2.3. Proceso de preparación del inventario**

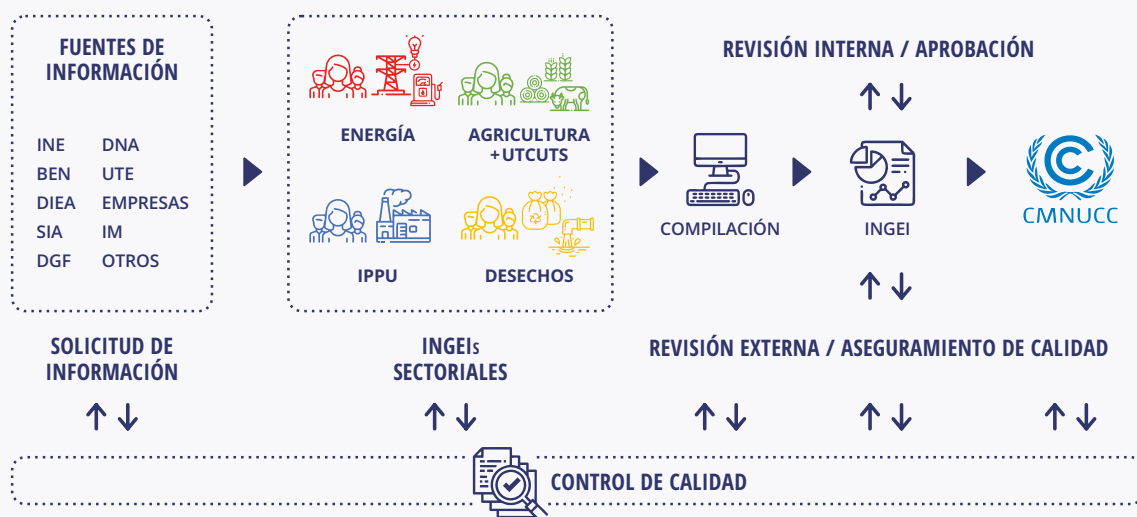
La elaboración del inventario ocurre en el Grupo de Trabajo de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero en el marco del SNRCC. Este grupo sesiona una vez al mes con representantes técnicos de los Ministerios involucrados, en donde se planifica y da seguimiento a cada etapa del proceso de elaboración del INGEI. El grupo cuenta con un calendario perpetuo que se ajusta anualmente, para establecer el cronograma del INGEI.



## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

El proceso de la preparación del INGEI comienza con una revisión metodológica y del plan de mejoras para iniciar con la solicitud de información a los diferentes proveedores de datos, para la realización de los inventarios sectoriales.

FIGURA 1.2 Proceso de Elaboración del INGEI

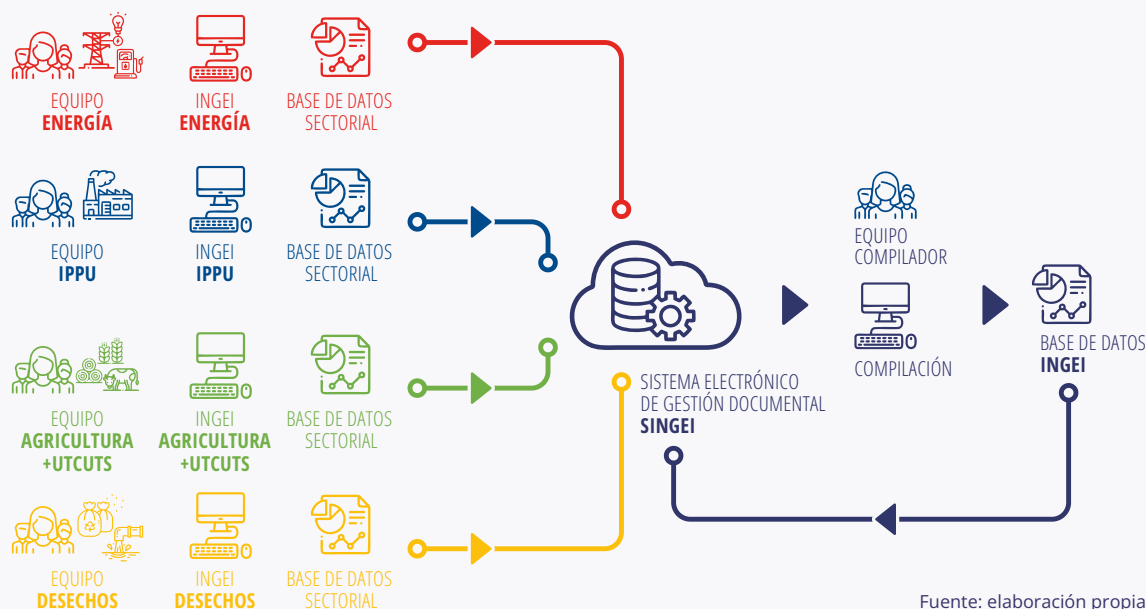


Fuente: elaboración propia

Cada sector elabora las estimaciones y documentación sectorial. La información es recopilada generando el INGEI nacional y éste es enviado tanto a revisión externa voluntaria como interna, incluyendo comentarios y sugerencias obtenidos en el proceso, plausibles de ser incluidos en el ciclo. Las sugerencias y comentarios que no pueden ser mejorados en el documento en curso son incluidos en el plan de mejora, y tomados como insumo para el siguiente ciclo. De esta forma, cada inventario cuenta con una serie de mejoras implementadas y una serie de ajustes a realizar a futuro.

A partir del INGEI 2014 se utiliza el software de inventario del IPCC para la estimación de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) directos de los sectores. Para la estimación de GEI indirectos cada sector posee planillas electrónicas auxiliares para realizar el cálculo de emisiones, en donde documentan por separado la información de estos gases. Cada sector cuenta con su base de datos donde quedan registrados los datos de actividad, factores de emisión y las fuentes de ambos. Esta información es archivada en el Sistema electrónico de gestión documental del SINGEI.

FIGURA 1.3 Base de datos sectoriales y nacional

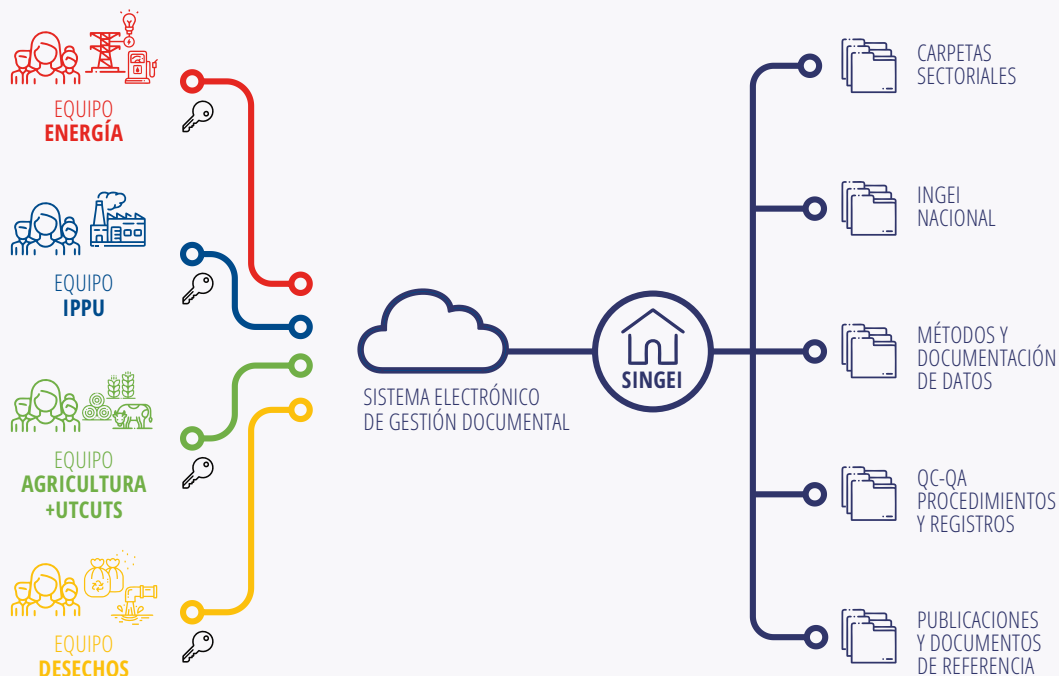


### 1.2.4. Archivo de la información

El Sistema electrónico de gestión documental se encuentra bajo la órbita del MA, funciona como archivo electrónico del SINGEI, y se encuentra en un servidor con acceso remoto para todos los equipos sectoriales.

A partir de la implementación del software de inventario del IPCC se solicitan los archivos correspondientes a los sectores, y el MA realiza la sistematización de la base de datos nacional, almacenando toda la información generada tanto a nivel nacional como sectorial. Cada sector proporciona un informe de acuerdo con el formato detallado en un “Procedimiento de informes sectoriales” e incluye los archivos utilizados para la estimación de las emisiones. En caso de que existan recálculos se solicitan, además, los archivos de la serie temporal recalculada.

FIGURA 1.4 Sistema de archivo electrónico de gestión documental



Fuente: elaboración propia

Cada sector cuenta con una carpeta sectorial en donde se incluye:

- base de datos sectorial,
- informes sectoriales,
- datos de actividad,
- reportes sectoriales,
- planillas auxiliares,
- planillas de QC,
- otra información de interés sectorial.

A su vez, cada sector cuenta con un sistema de archivo sectorial que está ubicado en las dependencias institucionales de los sectores correspondientes.

Adicionalmente se cuenta con carpetas transversales, en donde se archivan los compilados nacionales (documentación y bases de datos), estimación de incertidumbres, categorías principales, reportes de QC y QA y planes de mejora.

### 1.2.5. Procesos para la consideración y aprobación final de inventario

El INGEI es aprobado por el grupo de coordinación del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático.

### 1.3. 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 Uruguay para su INGEI 1990-2022— 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: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub> (no ocurren emisiones de NF<sub>3</sub>).

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 Desechos. Es importante observar que Uruguay 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.

Según las Directrices del IPCC, el enfoque metodológico más común y sencillo para estimar las emisiones de GEI consiste en combinar los datos de actividad, que reflejan la magnitud de una actividad humana que genera emisiones o absorciones, con los factores de emisión, que cuantifican las emisiones o absorciones asociadas a cada unidad de dicha actividad. Este enfoque permite calcular de manera sistemática y estandarizada las emisiones de una amplia variedad de fuentes, facilitando la comparabilidad entre diferentes países y sectores.

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.

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

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:

**$\Delta CB$**  = cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), considerando la superficie total, t C año<sup>-1</sup>

**$\Delta CG$**  = incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa considerando la superficie total, t C año<sup>-1</sup>

**$\Delta CL$**  = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa considerando la superficie total, t C año<sup>-1</sup>

Para la estimación de los gases indirectos o precursores CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>DM y SO<sub>2</sub> se utilizaron las Guías metodológicas de la EMEP/EEA 2019.

Además de los enfoques metodológicos mencionados previamente, las Directrices del IPCC de 2006 proponen diferentes niveles de complejidad para la estimación de emisiones, denominados métodos por niveles. En general, se identifican tres niveles: el Nivel 1, que es el método básico o predeterminado; el Nivel 2, que representa un enfoque intermedio; y el Nivel 3, que es el más detallado y exige mayores requerimientos en cuanto a la calidad y cantidad de datos.

Los métodos de Nivel 2 y 3, a menudo denominados métodos de “nivel superior”, son considerados más precisos debido a su mayor especificidad y capacidad para reflejar mejor las condiciones locales. A continuación, se presenta un resumen de los métodos por niveles y los factores de emisión utilizados en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Uruguay, correspondiente al período 1990-2022.



## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

TABLA 1.1 Resumen de métodos aplicados en el inventario de 1990-2022

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

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>		NF <sub>3</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
4.G.	Productos de madera recolectada	NE	NE												
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO								
5.	Desechos														
5.A.	Disposición de desechos sólidos			T2	D										
5.B.	Tratamiento biológico de desechos sólidos			T1	D	T1	D								
5.C.	Incineración y quema abierta de desechos	T1	D	T1	D	T1	D								
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1/T2	D	T1	D								
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	T1	D	NO	NO								

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

Fuente: elaboración propia

Los datos de actividad constituyen uno de los pilares fundamentales de los INGEI. Dicha información proviene de estadísticas nacionales desarrolladas y publicadas por instituciones del Estado, así como de las empresas públicas o privadas que integran los distintos sectores del documento.

Otro de los pilares fundamentales para la elaboración de los inventarios de gases de efecto invernadero son los factores de emisión (magnitud de gas de efecto invernadero emitido por magnitud de actividad). En este sentido, mayoritariamente fueron utilizados los proporcionados por defecto por las distintas Directrices del IPCC o las Guías de EMEP/EEA del 2019.

Debido a la importancia de la agricultura en las emisiones de Uruguay, un grupo de trabajo desarrolló factores de emisión nacionales (Tier 2) para las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado, y para las emisiones de óxido nitroso desde suelos de uso agropecuario. Además, para el caso específico de ganado bovino no lechero, esos factores fueron ajustados y recalculados sobre la base del desempeño productivo de los animales, los sistemas de producción y alimentación, la determinación de pesos corporales y las variaciones anuales por categoría. La fuente principal de datos de actividad del sector Agricultura, provino de las estadísticas anuales del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.

Los datos de actividad para el sector UTCUTS se obtuvieron a partir de un relevamiento a nivel nacional de usos de la tierra y cambios en el uso de la tierra para el período 2000-2022, empleando una herramienta de monitoreo basada en el análisis de imágenes satelitales de alta y muy alta resolución desarrollada por FAO y Google (Collect Earth). Dicho relevamiento consistió en un muestreo sistemático con una grilla de 24.789 parcelas fijas de 0.5 ha cada una (con 49 puntos de control), 19.563 de dichas parcelas situadas a una distancia de 3 km entre sí y cubriendo la totalidad del territorio nacional.

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

La asignación de un uso de la tierra a cada parcela fue establecida por el uso dominante de cada parcela (% de la parcela), que luego fue extrapolado a un área de 900 ha. Sobre esta grilla, se diseñó una estratificación sobre la zona de mayor dinámica de cambios de uso del suelo, en la que se aumentó la intensidad de muestreo agregando 5.226 parcelas fijas a una distancia de 2,1 km entre sí. Dentro de este estrato, la asignación de uso de la tierra a las parcelas se extrapola a un área de 450 ha.

Este muestreo posibilitó realizar las estimaciones de emisiones y remociones de esta categoría con un enfoque 2 (área total de uso del suelo, incluyendo cambios entre categorías) con posibilidades de migrar, a futuro, a un enfoque 3 (datos de conversiones del uso del suelo espacialmente explícito) para la representación coherente de tierras, según las Directrices del IPCC de 2006.

Debido a que la serie histórica de los INGEI de Uruguay comienza en el año 1990, para evitar sesgos en las estimaciones a lo largo de la serie histórica, es necesario contar con una representación coherente de tierras, al menos, desde el año 1970. Dada la falta de imágenes de alta y muy alta resolución que permitiera utilizar la misma metodología de muestreo descrita arriba para los años anteriores al 2000, se utilizaron datos de la serie de estadísticas nacionales de DIEA - MGAP, para el período 1970-2000, de los diferentes usos de la tierra. Con esos datos se establecieron tasas de conversión anuales para cada subdivisión durante ese período temporal y, mediante análisis integrado de la dinámica de los cambios de cada uso del suelo y apoyados por juicio experto, se establecieron asunciones en cuanto el origen y destino de los principales cambios de uso. Con esa información y partiendo de los datos de superficie de cada subdivisión de uso de la tierra (superficie en permanencia o “remaining”) para el año 2000 de la serie del relevamiento con Collect Earth, se fueron estimando las correspondientes áreas en conversión y en permanencia para los diferentes años de la serie de INGEI de Uruguay anteriores al año 2000 (1990 – 1994 – 1998). De esta forma, se logró construir una serie consistente de superficies en permanencia y en conversión para cada una de las subdivisiones (definidas de acuerdo con las circunstancias nacionales) de cada categoría de uso de la tierra de las Directrices del IPCC de 2006 para el período 1970 – 2022.

Para el cálculo de cambios de stock de carbono orgánico en suelos minerales se utilizó un enfoque 2 para los datos de actividad y un Tier 2, empleando una combinación de parámetros por defecto y parámetros país específicos. No se incluyeron las estimaciones de cambios de stock de carbono orgánico en suelos orgánicos por falta de información.

En cuanto a los parámetros y factores de emisión, se utilizaron datos país específicos siempre que estuvieran disponibles (ej. incrementos medios anuales de las diferentes especies de *Eucalyptus* y *Pinus*) y factores por defecto provistos por las Directrices del

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

IPCC de 2006 en aquellos casos en los que no se contó con información específica del país (factores de cambio en los stocks de carbono del suelo, contenido de carbono de mantillo de tierras forestales, entre otros). Por lo que en algunos casos fue posible implementar un método Tier 2 y en otros casos se utilizaron métodos Tier 1.

En el sector Procesos industriales y Uso de Productos (IPPU por su sigla en inglés) se utilizó un factor de emisión planta específico para la producción de ácido sulfúrico, que ha sido desarrollado por las empresas a partir de mediciones industriales; a su vez, fue corregido el factor para Producción de cemento con contenido de CaO reportado por empresas nacionales y se cuenta con un factor planta específico para una empresa. La información de los datos de actividad del sector IPPU fue proporcionada por las industrias, por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y por el Sistema de Información Ambiental. Se contó además con datos anuales de importaciones provisto por Aduanas.

Para las estimaciones del sector Energía, se utilizan los datos del Balance Energético Nacional (BEN). Es importante destacar los esfuerzos que se vienen realizando con el fin de mejorar el mismo, El BEN ofrece la información de base requerida para la planificación energética nacional, la formulación y el uso de modelos de oferta y demanda de energía, así como para la toma de decisiones en materia de política energética. De manera periódica se trabaja en la realización de encuestas y censos para el relevamiento de los consumos energéticos de los distintos sectores de la actividad nacional (residencial, comercial/servicios, industrial, transporte, agropecuario, pesca y minería). A su vez, se utilizan registros administrativos y coeficientes técnicos, que, en conjunto con la realización de estudios específicos de consumo y usos de la energía, permiten actualizar y mejorar las estimaciones. Los resultados de todos estos estudios y fuentes de información constituyen insumos fundamentales para los balances energéticos nacionales y, por tanto, para los INGEI.

Se utilizó, además, el Balance Nacional de Energía Útil del sector industrial 2016, el cual permitió estimar las participaciones de gasoil para transporte interno en cada una de las subcategorías de la Industria manufacturera y de la construcción (1A2). La incorporación de este estudio también permitió una mejor asignación de los niveles de los factores de emisión (T1 o T3) de algunos combustibles según el uso, diferenciando aquellos que se utilizan en mayor proporción para la generación de vapor.

Para la categoría Disposición de desechos sólidos del sector Desechos, se dispuso de información de los principales sitios de disposición final (SDF) del país (información de composición y pesada del departamento de Montevideo, estudios de relevamiento realizados en todos los departamentos del país, información del biogás capturado en los SDF Felipe Cardozo de Montevideo y Las Rosas de Maldonado). A partir de

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

la implementación del Decreto N° 182 de 2013 del Poder Ejecutivo, para la Gestión de residuos sólidos industriales y asimilados, se contó con información de residuos industriales por tipo, gestión y disposición final. Toda la información relativa a las declaraciones juradas de los generadores y gestores de residuos fue encontrada disponible en el Sistema de Información Ambiental (SIA) del MA.

Por otra parte, para la cuantificación de las emisiones provenientes de las Aguas residuales, se dispuso de datos de los tratamientos y vertidos industriales, así como de los tratamientos de vertido a colector, comerciales y domésticos por planta de tratamiento y por empresa. Esta información fue proporcionada por la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA) del MA, a través de la División Control, el Sistema de Información Ambiental del MA (SIA) y la empresa pública nacional de Agua potable y saneamiento (OSE).

Por otra parte, para la estimación de las emisiones provenientes del Tratamiento biológico de efluentes e Incineración de residuos, se contó con información del Sistema de Información Ambiental del MA.

Para continuar mejorando la calidad, recolección y procesamiento de datos de actividad en general, así como para la determinación y empleo de factores de emisión específicos del país, sobre todo para aquellas categorías principales del inventario nacional, Uruguay seguirá gestionando la asistencia técnica y financiera que se requiera, sobre la base de las lecciones aprendidas en las iniciativas mencionadas.

Por su parte, la **Tabla 1.2** presenta las principales fuentes de información para cada uno de los sectores del inventario de Uruguay.

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

TABLA 1.2 Resumen de las principales fuentes de información por sector

Sector	Principal fuente de información
Energía	Balance Energético Nacional 2022 (BEN) elaborado por el Ministerio de Industria Energía y Minería (MIEM) <sup>1</sup>
IPPU	Empresas/Industrias Nacionales
	Sistema de Información Ambiental (Ministerio de Ambiente)
	Dirección General de Aduanas
	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Agricultura	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA)
	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA)
	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG)
UTCUTS	Relevamiento nacional de usos de la tierra y cambio de usos de las tierras (Collect Earth)
	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA)
	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Dirección General Forestal (DGF)
	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Dirección General de Recursos Naturales (DGRN)
Desechos	OSE
	Intendencia de Montevideo
	Intendencia de Maldonado
	Sistema de Información Ambiental (Ministerio de Ambiente)
	Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental, DINACEA (Ministerio de Ambiente)

Fuente: elaboración propia

Por más detalles, consultar los capítulos correspondientes a cada sector.

Las herramientas utilizadas para el cálculo de los GEI en la mayoría de los sectores fueron el Software del IPCC en su versión 2.93 y hojas de trabajo adaptadas a las circunstancias nacionales y elaboradas sobre libros de cálculo de MS Excel.

<sup>1</sup> <https://ben.miem.gub.uy/>



### 1.4. Análisis de categorías principales

Una categoría principal es aquella que tiene prioridad en el SINGEI por la influencia significativa de la estimación de sus emisiones, tanto en lo que refiere al nivel absoluto de emisiones para un año dado como a la tendencia de las emisiones a lo largo del tiempo, o a la incertidumbre de las emisiones y remociones.

La identificación de las categorías principales tiene por objeto jerarquizar la utilización de los recursos disponibles para la preparación de los inventarios, dándole prioridad a la mejora de los datos y los métodos y a la realización de las mejores estimaciones posibles de las emisiones de estas categorías, a fin de reducir la incertidumbre general del documento.

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.

Por su parte, el *Método 2* se basa en los resultados del análisis de incertidumbre, aportando un conocimiento extra de los motivos por los cuales determinadas categorías son principales sobre el nivel o la tendencia del inventario; las categorías principales, aplicando el Método 2, son aquellas que totalizan el 90 % de la suma del porcentaje individual de cada categoría, incluyendo su incertidumbre.

Uruguay realizó su análisis de categorías principales para los años 1990 y 2022, y para la tendencia 1990-2022, incluyendo y excluyendo al sector UTCUTS, y aplicando el Método 1 y el Método 2 (el cual incluye el análisis de incertidumbres) (**Ver Anexo 1 Categorías principales**).

Se priorizan en primer lugar las categorías principales estimadas por nivel y tendencia (creciente) con Método 1 para el último año de inventario. 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).

Se presenta a continuación el resumen para el año 2022 y 1990 respectivamente.

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

**TABLA 1.3** Resumen del análisis de categorías principales 2022 y 1990 método Nivel 1 y 2 con y sin UTCUTS

Código CRT	Código IPCC	Categoría	Gas	Nivel 2022		Tendencia 2022		Nivel 1990	
				Con UTCUTS	Sin UTCUTS	Con UTCUTS	Sin UTCUTS	Con UTCUTS	Sin UTCUTS
4.A.2	3.B.1.b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO <sub>2</sub>	L1, L2		T1, T2		L1; L2	
3.A.1.b	3.A.1.aii	Otro Ganado Vácuno	CH <sub>4</sub>	L1, L2	L1, L2			L1	L1, L2
3.D.1.	3.C.4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	L1, L2	L1; L2	T1, T2	T2	L1, L2	L1, L2
1.A.3.b.	1.A.3.b.	Transporte terrestre - combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1, L2	L1; L2	T1, T2	T2	L1	L1
4.A.1	3.B.1.a	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	L1, L2		T1, T2		L1; L2	
3.D.2	3.C.5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	L1, L2	L2	T1, T2	T1, T2	L1, L2	L1, L2
5.A	4.A	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	L1	L1 L2	T1, T2	T2	L1	L1, L2
4.C.2	3.B.3.b	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	L1		T1		L1	
1.A.1	1.A.1	Industrias de la energía- combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1	L1; L2	T1, T2	T2	L1	L1
3.A.1.a	3.A.1.ai	Ganado lechero	CH <sub>4</sub>	L1	L1		T1	L1	L1
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - combustible líquido	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1	T1	L1	L1
4.F.2	3.B.6.b	Tierras convertidas en otras tierras	CO <sub>2</sub>	L1		T1, T2			
3.B.2	3.A.1.c	Ovinos	CH <sub>4</sub>	L1	L1	T1*, T2*	T1*	L1; L2	L1, L2
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1*	T2	L1	L1
2.A.1	2.A.1	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	L1	L1	T1	T1		
3.C	3.C.7	Cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	L2	L1; L2		T1, T2	L1	L1
3.B.1.b	3.A.2.a.ii	Otro Ganado Vácuno	CH <sub>4</sub>		L1				L1
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa sólida	CH <sub>4</sub>	L2	L2		T2	L2	
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa sólida	N <sub>2</sub> O			T2	T2		L2
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- biomasa sólida	CH <sub>4</sub>	L2	L2		T2		L2
4.B.2	3.B.2.b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	L2		T1, T2			
1.A.2	1.A.2	Industria manufacturera y de la construcción - biomasa líquida	N <sub>2</sub> O	L2	L2	T2	T2		
1.A.3.b.	1.A.3.b.	Transporte terrestre - combustible líquido	N <sub>2</sub> O			T2	T1 T2		
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>				T1 T2		
4.B.1	3.B.2.a	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>			T1	T2		
4.C.1	3.B.3.a	Pastizales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>			T1		L1	
3.H	3.C.3	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>				T1, T2		
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>			T2	T1, T2		
1.A.3.d	1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial - combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>				T1*		
5.D.1	4.D.1	Aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>				T1*, T2*		
1.A.4	1.A.4	Otros sectores- combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>				T1		
3.A.4.e	3.A.1.f	Equinos	CH <sub>4</sub>				T1*		

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

Código CRT	Código IPCC	Categoría	Gas	Nivel 2022		Tendencia 2022		Nivel 1990	
				Con UTCUTS	Sin UTCUTS	Con UTCUTS	Sin UTCUTS	Con UTCUTS	Sin UTCUTS
5.D.2	4.D.1	Aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>				T1, T2		
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>			T2	T1		
1.A.1	1.A.1	Industrias de la energía-combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>				T1		
2.F.1.a	2.F.1.a	Refrigeración y Aire acondicionado estacionario	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>				T2		

L1: Nivel estimado con método 1

L2: Nivel estimado con método 2

T1: Tendencia estimada con método 1

T2: Tendencia estimada con método 2

T\*: Tendencia decreciente de emisiones

Fuente: elaboración propia

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

### 1.5. Descripción del Plan de QA/QC y su implementación

*El Anexo 4 presenta la estimación del Plan de QA/QC*

El sistema de control de calidad cuenta con:

- procedimiento de control y aseguramiento de calidad,
- listas de verificación de control y aseguramiento de calidad,
- lista de verificación de compilación,
- lista de verificación de documento INGEI,
- lista con observaciones encontradas y acciones correctivas realizadas por sector.

#### Transparencia

El objetivo es garantizar la reproducibilidad de los resultados del inventario por equipos externos, a partir de la información de base y la documentación de la metodología de estimación. Para el cumplimiento del objetivo se presenta el enlace a las tablas CRT (datos de actividad) en el **Anexo 6** y las fuentes de los datos de actividad y factores de emisión de cada sector en el **Anexo 5**.

#### Exhaustividad

Hace referencia a que el inventario debe ser tan completo como sea posible, incluyendo las emisiones estimadas y que, cuando no se provea un valor, se complementa con las claves de notación que correspondan (*NO = no ocurre; NA = no aplicable; IE = incluido en otro lugar; C = confidencial; y NE = no estimado*). En esta línea, los INGEI nacionales cubren las principales categorías y los GEI directos e indirectos para todo el territorio nacional. En los casos en los que se reportan las emisiones como NE, se realiza una justificación.

#### Coherencia de la serie temporal

La presentación de series consistentes de emisiones GEI para los años reportados en los documentos “comunicaciones nacionales” y/o BUR previos resulta clave, dado que suministran información sobre las tendencias históricas de las emisiones y ayudan a realizar un seguimiento de los efectos de las estrategias destinadas a reducir las emisiones a nivel nacional. Se presenta en los INGEI la evolución de la serie temporal (1990-2022, para los años presentados en CN o BUR) a nivel nacional por gas, sector y total (expresado en CO<sub>2</sub>-eq) calculado tanto con la métrica potencial de calentamiento global (GWP por su sigla en inglés) en la versión del quinto informe de evaluación del IPCC (AR5 por su sigla en inglés) como con el Potencial de temperatura global (GTP en su idioma original) incluido también en el quinto informe de evaluación (AR5).

#### Comparabilidad

Se pretende conseguir el mayor grado de comparabilidad del inventario con aquellos desarrollados en otros países. Para ello es que se implementa el uso sistemático de

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

definiciones de términos, nomenclaturas de categorías, subcategorías y contaminantes determinados en las Directrices del IPCC de 2006.

### Exactitud

La exactitud indica que el INGEI no contiene estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en que pueda juzgarse. Esto significa que se ha hecho todo el esfuerzo necesario para eliminar el estimar las emisiones de GEI, en línea con los árboles de decisión de las Directrices del IPCC de 2006 (Nivel 2 o superior).

### Aseguramiento de calidad

La garantía de calidad del INGEI se basa en la revisión objetiva del mismo por personal ajeno al equipo que lo elaboró. Este procedimiento permite identificar las áreas que sean susceptibles a mejoras, en un proceso de mejora continua del inventario.

Para los INGEI 1990-2010, INGEI 1990-2012, INGEI 1990-2014 y INGEI 1990-2017 se realizó una evaluación externa del inventario, coordinada a través del Programa global de apoyo a las comunicaciones nacionales e informes bienales de actualización del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Adicionalmente, el INGEI 1990-2016 fue sometido a una revisión “In Country” a cargo de expertos sectoriales de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI). Para el INGEI 1990-2019 se realizó una revisión externa a cargo del experto técnico Dr. Carlos López (Las Vegas, Nevada).

Las estimaciones de GEI para la serie 1990-2021<sup>2</sup> y 1990-2022<sup>3</sup> de los gases, categorías y fuentes incluidas en el KP1 del Bono Indexado a Indicadores de Cambio Climático (BIICC) de Uruguay, fueron sometidas a revisión externa a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD<sup>4</sup>).

Los informes de estas revisiones se encuentran disponibles en el sitio web del BIICC: <https://sslburuguay.mef.gub.uy/22471/21/areas/verificacion-externa.html>

<sup>2</sup> [https://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/22471/1/reporte\\_verificacion\\_informe\\_indicadores\\_ini\\_biicc\\_con\\_anexos.docx.pdf](https://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/22471/1/reporte_verificacion_informe_indicadores_ini_biicc_con_anexos.docx.pdf)

<sup>3</sup> [https://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/22471/1/reporte\\_verificacion\\_informe\\_indicadores\\_ini\\_biicc-para-2022\\_conanexo-002.pdf](https://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/22471/1/reporte_verificacion_informe_indicadores_ini_biicc-para-2022_conanexo-002.pdf)

<sup>4</sup> <https://sslburuguay.mef.gub.uy/22471/21/areas/verificacion-externa.html>

### 1.6. 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 Uruguay se realizó utilizando el Método 1 de Propagación del Error de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, Volumen 1 Capítulo 3. Este método estima incertidumbres en categorías individuales como datos de actividad y factores de emisión, aplicable tanto a tendencias generales como a años específicos.

En Uruguay, la incertidumbre nacional del inventario 1990 fue de 40,0% y para el año 2022 fue de  $\pm 40,1\%$ , mientras que la tendencia de 1990-2022 registró una incertidumbre de  $\pm 19,6\%$ . Predominantemente, esta incertidumbre se debe a la alta incidencia de categorías del sector Agricultura en el total del INGEI y cuyos factores de emisión, por defecto, tienen una incertidumbre media-alta.

*El Anexo 2 Incertidumbres detalla la estimación de la incertidumbre.*

### 1.7. 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.

#### 1.7.1. Información de exhaustividad

El inventario de Uruguay incluye todo el territorio nacional e incluye emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFC, PFC y  $\text{SF}_6$  y absorciones de  $\text{CO}_2$  para la serie 1990-2022. Las emisiones de NF3 no ocurren en el país.

La siguiente información sobre la exhaustividad de las categorías individuales se presenta como un complemento textual a la información proporcionada en la Tabla CRT 9 (a).

El inventario de emisiones de Uruguay diferencia entre los siguientes casos:

- Emisiones y sumideros específicos de las fuentes que no ocurren (NO – no ocurre), y
- Emisiones y remociones específicas de las fuentes que no se estiman ni reportan, ya sea porque son insignificantes o porque los datos de entrada pertinentes no se pueden obtener (o no se pueden obtener a un costo razonable) (NE: no estimado).



## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

Las fuentes o sumideros de GEI del inventario que no fueron estimadas, por la falta de información y datos de actividad, se encuentran en la **Tabla 1.4**.

**TABLA 1.4** Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Uruguay reportados como no estimados

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero	Explicación o comentario
CO <sub>2</sub>	IPPU	2.B.5. Uso de carburo	Se reporta NE para 1990. No se cuenta con dato de actividad para ese año, los datos disponibles no permiten aplicar técnicas de empalme.
	IPPU	2.C.1. Producción de hierro y acero	Se reporta NE para hasta 2004, previo a 2006 se reportan las emisiones como NE dado que no se conoce la tecnología aplicada
	Agricultura	Encalado	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	UTCUTS	4.G. Productos de madera recolectada	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	UTCUTS	4.D. Humedales (H)	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	UTCUTS	4. (II) Total para todas las categorías de uso de la tierra	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	Desechos	5.C.1. Incineración	Se reporta NE desde 1990 hasta 2013 por falta de datos de actividad
CH <sub>4</sub>	Energía	1.A.3. Transporte, todas las subcategorías. Bioetanol y Biodiésel.	No hay FE disponibles para combustión móvil de biocombustibles.
	Energía	1.A.4.cii. Agricultura/Silvicultura/Pesca - Maquinaria móvil, Bioetanol y Biodiésel	No hay FE disponibles para combustión móvil de biocombustibles.
	Agricultura	3.E.1. Tierras forestales	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	UTCUTS	4. (II) Total para todas las categorías de uso de la tierra	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	Desechos	5.B. Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos-Compostaje	Se reporta NE desde 1990 hasta 2013 por falta de datos de actividad
	Desechos	5.C.1. Incineración	Se reporta NE desde 1990 hasta 2013 por falta de datos de actividad
N <sub>2</sub> O	Energía	1.A.3. Transporte, todas las subcategorías. Bioetanol y Biodiésel.	No hay FE disponibles para combustión móvil de biocombustibles.
	Energía	1.A.4.cii. Agricultura/Silvicultura/Pesca - Maquinaria móvil, Bioetanol y Biodiésel	No hay FE disponibles para combustión móvil de biocombustibles.
	Agricultura	3.E.1. Tierras forestales	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	UTCUTS	4. (II) Total para todas las categorías de uso de la tierra	Se reporta como NE para toda la serie temporal, no se dispone de datos nacionales para la estimación.
	Desechos	5.B. Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos-Compostaje	Se reporta NE desde 1990 hasta 2013 por falta de datos de actividad
	Desechos	5.C.1. Incineración	Se reporta NE desde 1990 hasta 2013 por falta de datos de actividad
	Desechos	5.D. Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	Falta de datos de actividad para Aguas residuales industriales
SF <sub>6</sub>	IPPU	2.G. Equipos eléctricos	Desde 1990 hasta 2000 NE por falta de DA

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

Con respecto a las categorías incluidas en otro lugar, la **Tabla 1.5** presenta las asignaciones que ha hecho el país y la explicación correspondiente.

**TABLA 1.5** Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Uruguay reportados como incluidos en otro lugar.

GEI	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006	Asignación según el país	Explicación o comentario
CO <sub>2</sub>	1.A.2.a. Hierro y acero 1.A.2.b. Metales no ferrosos 1.A.2.g. Equipamiento de transporte 1.A.2.h. Maquinaria	1.A.2.m. Industria no especificada	Estos sectores son marginales en la estructura industrial del país por lo que no se cuenta con sus datos de actividad desagregados.
CH <sub>4</sub>	4.B.1. TC que se mantienen como TC	3.F. Quema en campo de residuos agrícolas	Datos de estadísticas nacionales que no surgen del relevamiento de tierras de Collect Earth.
	4.C.1. P que se mantienen como P	3.E.2. Quema prescrita en Pastizales	Datos de juicio experto que no surgen del relevamiento de tierras de Collect Earth.
N <sub>2</sub> O	4.B.1. TC que se mantienen como TC	3.F. Quema en campo de residuos agrícolas	Datos de estadísticas nacionales que no surgen del relevamiento de tierras de Collect Earth.
	4.C.1. P que se mantienen como P	3.E.2. Quema prescrita en Pastizales	Datos de juicio experto que no surgen del relevamiento de tierras de Collect Earth.
	4. (I) Emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O	3.D.1. Emisiones directas de suelos gestionados y 3.D.2. Emisiones indirectas de suelos gestionados	No se cuenta con información para desagregar los datos
	4. (III) Total para todas las categorías de uso de la tierra	3.D.1. Emisiones directas de suelos gestionados y 3.D.2. Emisiones indirectas de suelos gestionados	No se cuenta con información para desagregar los datos
	2.G.3.b. Propelentes y producto en aerosol	2.G.3.a. Aplicaciones médicas	No se cuenta con información para desglosar los datos
	2.G.3.c - Otros	2.G.3.a. Aplicaciones médicas	No se cuenta con información para desglosar los datos

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

### 1.7.2. Descripción de categorías insignificantes

Las categorías reportadas como NE por insignificancia se presentan en la **Tabla 1.6** con una breve explicación.

**TABLA 1.6** Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Uruguay reportados como no estimados por insignificancia

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero	Explicación o comentario
CO <sub>2</sub>	Energía	Emisiones fugitivas	Cumplen con los requisitos necesarios para ser consideradas como insignificantes.
	Desechos	Quema Abierta de Residuos	Cumplen con los requisitos necesarios para ser consideradas como insignificantes.
CH <sub>4</sub>	Energía	Emisiones fugitivas	Cumplen con los requisitos necesarios para ser consideradas como insignificantes.
	Desechos	Quema Abierta de Residuos	Cumplen con los requisitos necesarios para ser consideradas como insignificantes.
N <sub>2</sub> O	Desechos	Quema Abierta de Residuos	Cumplen con los requisitos necesarios para ser consideradas como insignificantes.

Fuente: elaboración propia

### 1.7.3. Total, agregado de categorías consideradas insignificantes

De acuerdo con las MPG "Cada Parte podrá utilizar la clave de notación "NE" (no estimadas) cuando el nivel de las estimaciones sea insignificante, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: las emisiones de una categoría solo deberían considerarse insignificantes cuando el nivel probable de las emisiones sea inferior al 0,05% del total de las emisiones nacionales de GEI, excluido el sector UTCUTS, o a 500 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (kt de CO<sub>2</sub>-eq), si esta cantidad es menor. El total nacional agregado de las emisiones estimadas para todos los gases de las categorías consideradas insignificantes deberá ser inferior al 0,1% del total de las emisiones nacionales de GEI, excluido el sector UTCUTS.

**TABLA 1.7** Total, de categorías insignificantes

Categoría	Emisión esperada o estimada (kt CO <sub>2</sub> eq)	Referencia en el NID
1B - Emisiones fugitivas	<6	Capítulo 3
5C2 - Quema abierta de Residuos	<10	Capítulo 7
<b>Total, insignificantes</b>	<b>&lt;16</b>	
Total INGEI 2022 sin UTCUTS	37.514	Capítulo 2
0,05 % del Total	18,8	
0,1 % del Total	37,5	

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

Ambas categorías tienen un nivel probable de emisiones menor a 500 kt de CO<sub>2</sub>-eq, representan menos de 0,05% del total nacional sin UTCUTS y sumada no superan el 0,1% del INGEI.

### 1.8. Métricas

Para el reporte conjunto de las emisiones y absorciones de los diferentes GEI se aplicaron los potenciales de calentamiento atmosférico (GWP) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR<sub>5</sub>), de manera tal que las estimaciones pudieran ser expresadas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq). La siguiente tabla se muestra los valores de GWP utilizados.

**TABLA 1.8** Potenciales de calentamiento atmosférico aplicados en el inventario 1990-2022

Nombre	Formula química	GWP <sub>100 AR5</sub>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	28
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	265
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1300
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	3170
HFC-143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	4800
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	677
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	12400
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	138
HFC-227ea	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	3350
HFC-245fa	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	858
HFC-365mcf	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	804
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	11100
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	23500

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 1. Circunstancias Nacionales, Arreglos Institucionales e información transversal

### 1.9. Flexibilidad aplicada

En la siguiente tabla se resume la flexibilidad aplicada<sup>5</sup> para el INGEI 1990-2022, en el marco del Primer BTR de Uruguay.

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
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.	1993, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2015.  Para las tablas CRT: Desde 1991 hasta 2019.	Uruguay presenta en su Documento de Inventario Nacional, una serie temporal 1990-2022, anualizada desde el año 2016. Para años anteriores se reportan los años de INGEI incluidos en CN y BUR: 1990, 1994, 1998, 2000, 2002, 2004, 2004, 2008, 2010, 2012 y 2014.  Uruguay presenta las tablas CRT completas para los años de referencia de la NDC 1990, 2020, 2021 y 2022.

Uruguay se encuentra trabajando en la definición de un plan de trabajo tendiente a recolectar y/o generar (mediante empalme u otros) los datos de actividad necesarios para estimar las emisiones correspondientes a todos los años de la serie temporal. Se prevé contar con las estimaciones anuales completas para el BTR 3.

<sup>5</sup> 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

## CAPÍTULO 2

# Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero





## CAPÍTULO 2

# Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

### 2.1. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI agregados

Las emisiones netas de gases de efecto invernadero (directos e indirectos) en Uruguay para el año 2022 se resumen a continuación desagregadas por sectores.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

TABLA 2.1 INGEI de Uruguay: resumen de las emisiones de GEI por sector (kt), serie 1990-2022.

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO <sub>2</sub> neto (kt)	CH <sub>4</sub> (kt)	N <sub>2</sub> O (kt)	HFCs (kt CO <sub>2</sub> -eq)	PFC (kt CO <sub>2</sub> -eq)	Mezclas no específicas de HFC y PFC (kt CO <sub>2</sub> -eq)	SF <sub>6</sub> (kt)	NF <sub>3</sub> (kt)	NO <sub>x</sub> (kt)	CO (kt)	CO <sub>2</sub> DM (kt)	SO <sub>x</sub> (kt)
	<b>Emisiones y remociones totales nacionales</b>	<b>-1193</b>	<b>770</b>	<b>29</b>	<b>403</b>	<b>0,03</b>	<b>NO</b>	<b>2,2</b>	<b>NO</b>	<b>54</b>	<b>183</b>	<b>45</b>	<b>20</b>
<b>1.</b>	<b>Energía</b>	<b>7197</b>	<b>5</b>	<b>0,8</b>						<b>51,2</b>	<b>162</b>	<b>24</b>	<b>13</b>
1.A.	Actividades de quema de combustible	7197	5	0,8						51,2	162	24	13
1.A.1.	Industrias de la energía	1163	7,7E-02	3,1E-02						4,8	0,6	0,1	0,7
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	946	0,4	0,3						12,2	12,7	1,2	7,2
1.A.3.	Transporte	4176	0,3	0,3						28,3	96,1	14,3	0,1
1.A.4.	Otros sectores	902	4,2	0,2						5,9	52,6	8,6	4,9
1.A.5.	Otro	9,3	1,3E-03	7,8E-05						6,6E-03	7,4E-03	1,0E-04	1,0E-03
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NE	NE	NE						NE	NE	NE	NE
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NO											
<b>2.</b>	<b>Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>500</b>	<b>NO</b>	<b>7,40E-03</b>	<b>403</b>	<b>2,60E-02</b>	<b>NO</b>	<b>2,23</b>	<b>NO</b>	<b>2,6</b>	<b>14,6</b>	<b>21,1</b>	<b>6,9</b>
2.A.	Industria de los minerales	485								NO	NO	NO	IE
2.B.	Industria química	1,1E-01	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1,7
2.C.	Industria de los metales	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1,0E-02	1,3E-01	3,0E-03	5,0E-03
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	11,2	NO	NO						NO	NO	13,6	NO
2.E.	Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO				403	2,6E-02	NO	NO	NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	7,4E-03	NO	NO	NO	NO	2,2	NO	NO	NO	NO
2.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>3.</b>	<b>Agricultura</b>	<b>174</b>	<b>707</b>	<b>27,9</b>						<b>0,3</b>	<b>6,8</b>	<b>NE</b>	
3.A.	Fermentación entérica		677										
3.B.	Gestión del estiércol		14,4	6,5E-02								NE	
3.C.	Cultivo del arroz		14,8									NE	
3.D.	Suelos agrícolas		NA	27,9						NE	NA	NE	
3.E.	Quema prescrita de sabanas		0,1	1,0E-02						0,2	3,1	NE	NE
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		0,1	2,8E-03						0,1	3,7	NE	NE
3.G.	Encalado	NE											
3.H.	Aplicación de urea	174											
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO											
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO	NO						NO	NO	NO	NO

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO <sub>2</sub> neto (kt)	CH <sub>4</sub> (kt)	N <sub>2</sub> O (kt)	HFCs (kt CO <sub>2</sub> -eq)	PFC (kt CO <sub>2</sub> -eq)	Mezclas no específicas de HFC y PFC (kt CO <sub>2</sub> -eq)	SF <sub>6</sub> (kt)	NF (kt)	NO (kt) <sup>x</sup>	CO (kt)	COVDM (kt)	SO (kt) <sup>x</sup>
<b>4.</b>	<b>Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>-9066</b>	<b>IE</b>	<b>IE</b>						<b>IE</b>	<b>IE</b>	<b>IE</b>	
4.A.	Tierras forestales	-13936	IE	IE						IE	IE	IE	
4.B.	Tierras de cultivo	3102	IE	IE						IE	IE	IE	
4.C.	Pastizales	735	IE	IE						IE	IE	IE	
4.D.	Humedales	NE	IE	IE						IE	IE	IE	
4.E.	Asentamientos	145	IE	IE						IE	IE	IE	
4.F.	Otras tierras	887	IE	IE						IE	IE	IE	
4.G.	Productos de madera recolectada	NE											
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO						NO	NO	NO	NO
<b>5.</b>	<b>Desechos</b>	<b>1,7</b>	<b>58,3</b>	<b>0,3</b>						<b>6,0E-04</b>	<b>4,9E-05</b>	<b>7,5E-03</b>	<b>3,3E-05</b>
5.A.	Disposición de residuos sólidos		48									2,19E-03	
5.B.	Tratamiento biológico de desechos sólidos		0,6	3,6E-02									
5.C.	Incineración e incineración abierta de residuos	1,7	6,3E-05	1,1E-04						6,0E-04	4,9E-05	5,1E-03	3,3E-05
5.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		9,3	0,2								2,8E-03	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO						NO	NO	NO	NO
<b>6.</b>	<b>Otros (especificar)</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>						<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
	<b>Elementos informativos</b>												
1.D.1.	Combustibles internacionales	443	3,0E-02	1,2E-02						7,9	51,6	1,1	0,3
1.D.1.a.	Aviación	131	9,2E-04	3,7E-03						0,2	50,8	0,8	1,9E-02
1.D.1.b.	Navegación	312	2,9E-02	8,4E-03						7,7	0,7	0,3	0,2
1.D.2.	Operaciones multilaterales	NE	NE	NE						NE	NE	NE	NE
1.D.3.	Emisiones de CO <sub>2</sub> de la biomasa	8.910											
1.D.4.	CO <sub>2</sub> capturado	NO											
5.F.1.	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NE											
	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O			NE									
	Emisiones indirectas de CO <sub>2</sub>	NE											

NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre; IE = incluido en otro lugar

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Desde el año 2010 Uruguay cuenta con producción de biocombustibles, los cuales se utilizan principalmente en el sector transporte en mezclas con gasolinas y gasoil. Es de destacar que las emisiones de  $\text{CO}_2$  derivadas de estos biocombustibles no se contabilizan en esta categoría, sino que se reportan como partidas informativas en el sector Energía. Por su parte, las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  de biocombustibles sí se consideran para la categoría Transporte, aunque no se pueden cuantificar dado que las guías IPCC 2006 no proveen un factor de emisión para la combustión móvil de estos biocombustibles.

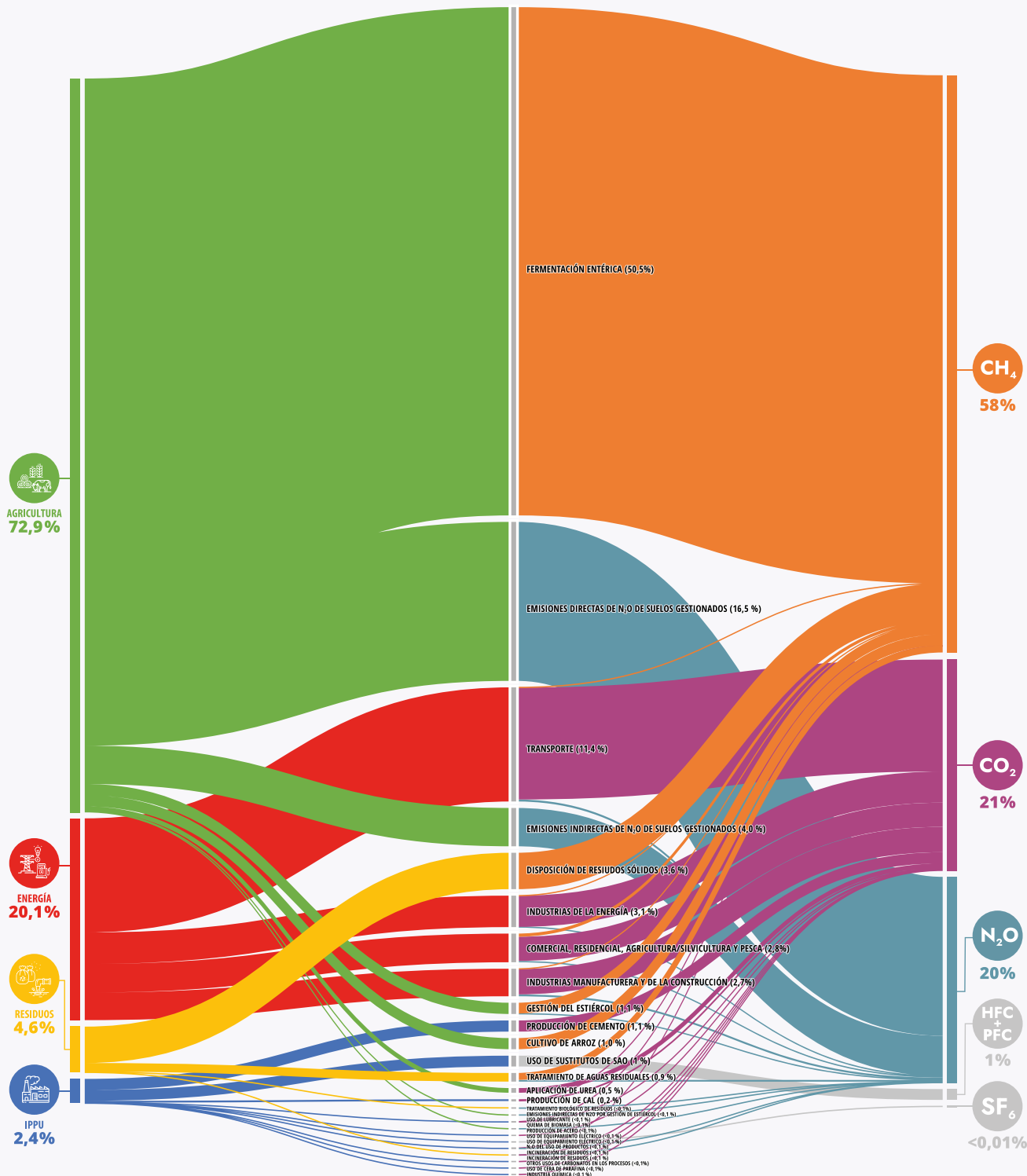
Para esta edición tampoco se estimaron las emisiones provenientes de Productos de la madera recolectada, se prevé incluir estas emisiones en el próximo ciclo de inventario.

Las categorías con mayor proporción de emisiones, sin considerar UTCUTS, fueron: Fermentación entérica (Agricultura) con 50,5% de las emisiones nacionales, seguido por Emisiones directas de  $\text{N}_2\text{O}$  de suelos gestionados (Agricultura) con un aporte del 16,5% de las emisiones nacionales, la Quema de combustibles en el Transporte (Energía) con el 11,4% de las emisiones nacionales.

En el siguiente gráfico se presenta la distribución de emisiones por sector, categoría y gas, expresado como porcentaje del total nacional de emisiones (sin considerar sin UTCUTS) en kt de  $\text{CO}_2$ -eq para la métrica  $\text{GWP}_{100 \text{ AR5}}$ .

CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.1 INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI por sector, categoría y GEI (%) sin UTCUTS, serie 1990-2022.

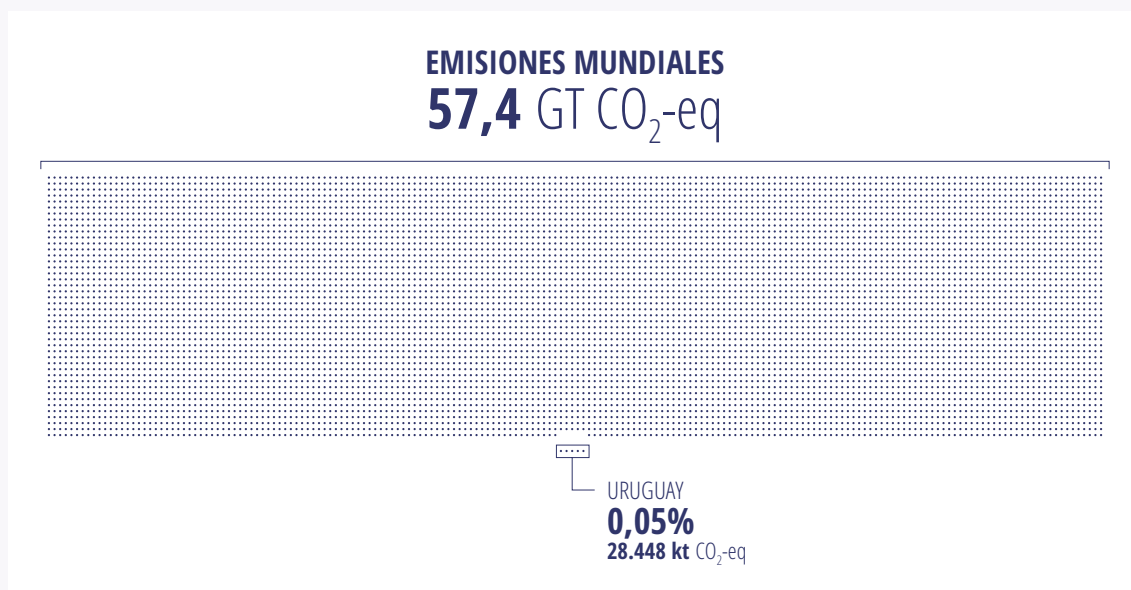


Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

A nivel mundial las emisiones globales de GEI causadas por actividades humanas han aumentado desde la era preindustrial<sup>6</sup>. Entre 1970 y 2010 lo hicieron en más del 80%. En el año 2022 las emisiones totales netas de GEI para Uruguay, medidas usando el GWP (AR5) a 100 años, fueron de 28.448 kt CO<sub>2</sub>-eq<sup>7</sup>, lo que representó 0,05 % de las emisiones mundiales de GEI antropógenos. Para dicha estimación se consideró el valor de emisiones mundiales para 2022 reportadas por UN<sup>8</sup> (57,4 GT CO<sub>2</sub>-eq).

FIGURA 2.2 Incidencia de las emisiones GEI de Uruguay a nivel mundial.



En 2022, el balance nacional entre emisiones y absorciones de GEI fue de 28.448 kt CO<sub>2</sub>-eq —incluyendo al sector UTCUTS—, aumentando el balance tendiente a las emisiones netas en un 27,1% desde 1990 e incrementándose en un 2,1% desde 2020 y disminuyendo un 3,0 desde 2021 (**Tabla 2.2**).

En cuanto a las emisiones totales de GEI de 2022 —excluyendo al sector UTCUTS—, se registraron un total de 37.514 kt CO<sub>2</sub>-eq, incrementándose en un 27,0% desde 1990 y en un 3,1% desde 2020 y disminuyen en un 4,1% desde 2021 (**Tabla 2.3**). El sector Agricultura fue el sector de mayor impacto en las emisiones totales aportando 27.361 kt CO<sub>2</sub>-eq (73%), seguido del sector Energía con 7.538 kt CO<sub>2</sub>-eq (20%), del sector Residuos con 1708 kt CO<sub>2</sub>-eq (5%) y, finalmente, el sector IPPU aportando con 907 kt CO<sub>2</sub>-eq (2%) (**Figura 2.3**).

<sup>6</sup> IPCC, Climate Change 2014, Trends in stocks and flows of GHG and their drivers. Working Group III contribution to the IPCC Fifth Assessment Report.

<sup>7</sup> Incluye las emisiones totales netas de todos los GEI directos: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs y SF<sub>6</sub>.

<sup>8</sup> UN environment Emissions Gap Report, 2023: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43923/EGR2023\\_ESEN.pdf?sequence=10](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43923/EGR2023_ESEN.pdf?sequence=10)

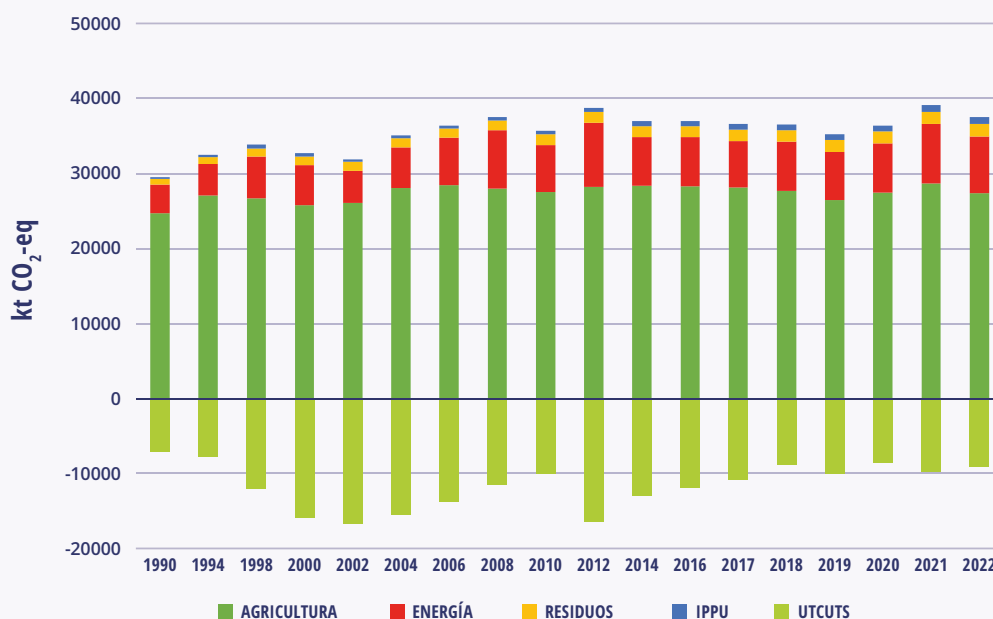
## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

TABLA 2.2 INGEI de Uruguay: total de las emisiones de GEI por sector (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2022

AÑO	ENERGÍA	IPPU	AGRICULTURA	UTCUTS	DESECHOS	TOTAL	TOTAL SIN UTCUTS
1990	3842	239	24714	-7154	749	22390	29544
1994	4186	282	27100	-7815	915	24668	32483
1998	5626	505	26669	-12000	1043	21844	33844
2000	5381	406	25757	-15884	1164	16824	32708
2002	4312	276	26074	-16701	1195	15156	31857
2004	5417	349	28084	-15490	1215	19574	35064
2006	6327	412	28434	-13840	1245	22577	36418
2008	7788	488	27960	-11485	1301	26052	37538
2010	6260	495	27526	-10004	1443	25720	35724
2012	8496	547	28251	-16446	1440	22288	38734
2014	6503	629	28339	-13010	1493	23955	36965
2016	6599	685	28264	-11900	1472	25119	37020
2017	6141	741	28166	-10800	1529	25777	36577
2018	6595	774	27668	-8842	1512	27708	36549
2019	6444	739	26463	-10037	1580	25189	35227
2020	6520	797	27484	-8519	1592	27874	36393
2021	7914	944	28668	-9797	1611	29340	39137
2022	7538	907	27361	-9066	1708	28448	37514

Fuente: elaboración propia

FIGURA 2.3 INGEI de Uruguay: total de las emisiones de GEI por sector (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Con respecto a la tendencia de las emisiones del país por cada GEI, la **Tabla 2.3** presenta un resumen de la serie temporal 1990-2022, incluyendo y excluyendo el impacto que generan las fuentes y sumideros del sector UTCUTS.

**TABLA 2.3** INGEI de Uruguay: total de las emisiones de GEI por sector (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

GEI	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO <sub>2</sub> : sin el CO <sub>2</sub> neto de UTCUTS	3.913	4.287	5.960	5.613	4.402	5.603	6.556	8.044	6.556	8.787	6.783	6.920	6.472	6.975	6.652	6.876	8.422	7.873
CO <sub>2</sub> : con el CO <sub>2</sub> neto de UTCUTS	-3.241	-3.528	-6.041	-10.270	-12.299	-9.887	-7.284	-3.441	-3.447	-7.659	-6.227	-4.981	-4.328	-1.866	-3.385	-1.643	-1.375	-1.193
CH <sub>4</sub> : sin el CH <sub>4</sub> de UTCUTS	19.209	21.263	20.874	20.419	20.844	22.082	22.284	21.836	21.549	21.133	21.764	22.148	22.143	21.661	21.267	21.386	21.752	21.558
CH <sub>4</sub> : con el CH <sub>4</sub> de UTCUTS	19.209	21.263	20.874	20.419	20.844	22.082	22.284	21.836	21.549	21.133	21.764	22.148	22.143	21.661	21.267	21.386	21.752	21.558
N <sub>2</sub> O: sin el N <sub>2</sub> O de UTCUTS	6.422	6.934	7.011	6.672	6.601	7.366	7.562	7.616	7.552	8.701	8.249	7.743	7.724	7.641	7.009	7.780	8.601	7.678
N <sub>2</sub> O: con el N <sub>2</sub> O de UTCUTS	6.422	6.934	7.011	6.672	6.601	7.366	7.562	7.616	7.552	8.701	8.249	7.743	7.724	7.641	7.009	7.780	8.601	7.678
HFC	NO	NO	NO	4,1	8,7	12,7	14,3	37,2	60,2	109	169	208	237	271	297	349	358	403
PFC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	9,0E-03	2,6E-02	2,6E-02	2,6E-02
SF <sub>6</sub>	NE	NE	NE	NE	1,5	1,5	1,5	3,7	6,7	4,0	0,4	1,3	0,7	1,0	1,0	2,2	2,2	2,2
NF <sub>3</sub>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>Total (sin UTCUTS)</b>	<b>29.544</b>	<b>32.483</b>	<b>33.844</b>	<b>32.708</b>	<b>31.857</b>	<b>35.064</b>	<b>36.418</b>	<b>37.538</b>	<b>35.724</b>	<b>38.734</b>	<b>36.965</b>	<b>37.020</b>	<b>36.577</b>	<b>36.549</b>	<b>35.227</b>	<b>36.393</b>	<b>39.137</b>	<b>37.514</b>
<b>Balance (con UTCUTS)</b>	<b>22.390</b>	<b>24.668</b>	<b>21.844</b>	<b>16.824</b>	<b>15.156</b>	<b>19.574</b>	<b>22.577</b>	<b>26.052</b>	<b>25.720</b>	<b>22.288</b>	<b>23.955</b>	<b>25.119</b>	<b>25.777</b>	<b>27.708</b>	<b>25.189</b>	<b>27.874</b>	<b>29.340</b>	<b>28.448</b>

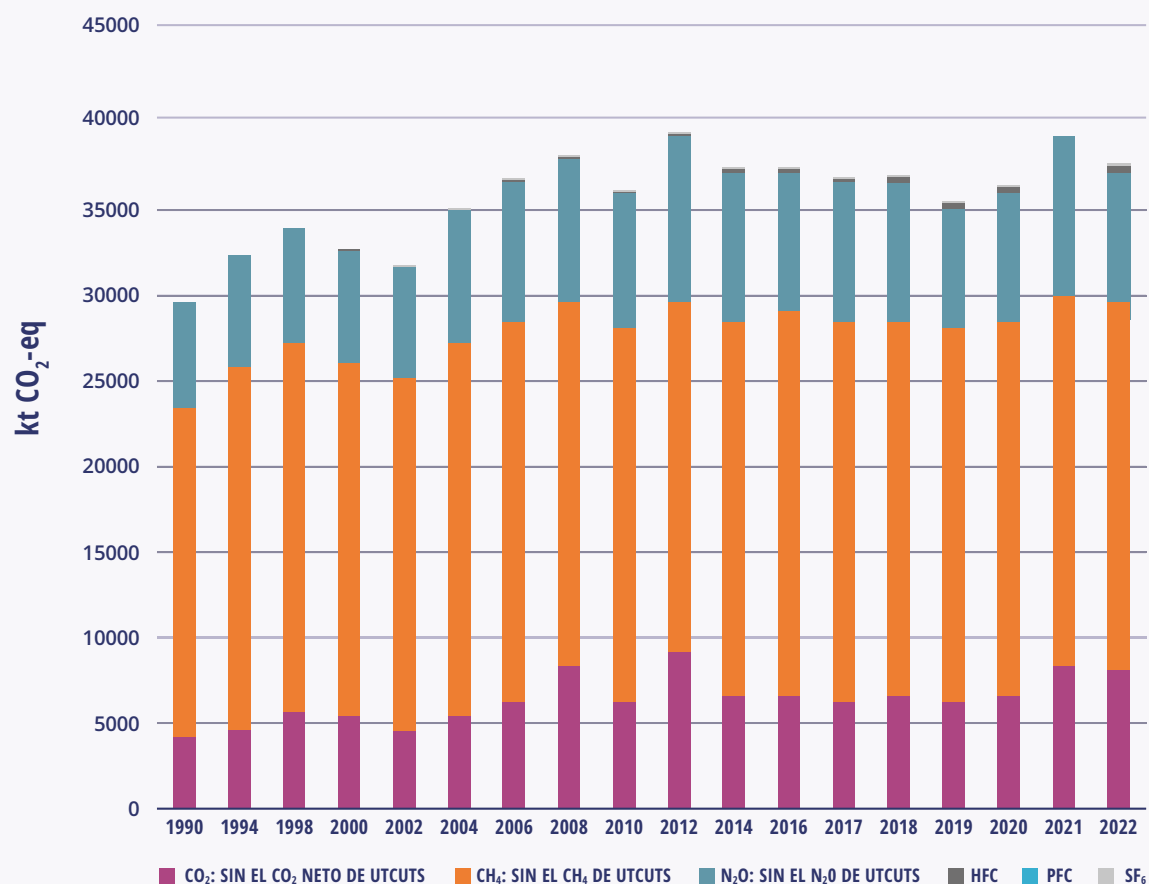
Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en la **Figura 2.4**, las emisiones totales de GEI de 2022 —excluyendo al sector UTCUTS— estuvieron representadas mayoritariamente por CH<sub>4</sub> con un 58% (aumentando en un 12,2% desde 1990 y disminuyendo en un 0,9% desde 2021), seguido por CO<sub>2</sub> con un 21% (aumentando un 101% desde 1990 y disminuyendo un 6,5% desde 2021), el N<sub>2</sub>O con un 20% (aumentando un 19,6% desde 1990 y disminuyendo 10,7% desde 2021), los HFC con un aporte de 1 % (con un aumento de más de 9.000% desde su introducción), el SF<sub>6</sub> con un aporte menor al 1% en toda la serie y los PFC se introdujeron en 2020, con un aporte menor al 0,1%. La información desglosada de HFC y PFC por sustancia se presenta en el Capítulo Sectorial de IPPU.

A lo largo de toda la serie 1990–2022, el principal gas de efecto invernadero es el metano atribuido principalmente al sector Agricultura. Asimismo, el sector UTCUTS aportó, durante toda la serie temporal el 100% de las remociones del INGEI.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.4 INGEI de Uruguay: total por cada GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) sin UTCUTS, serie 1990-2022

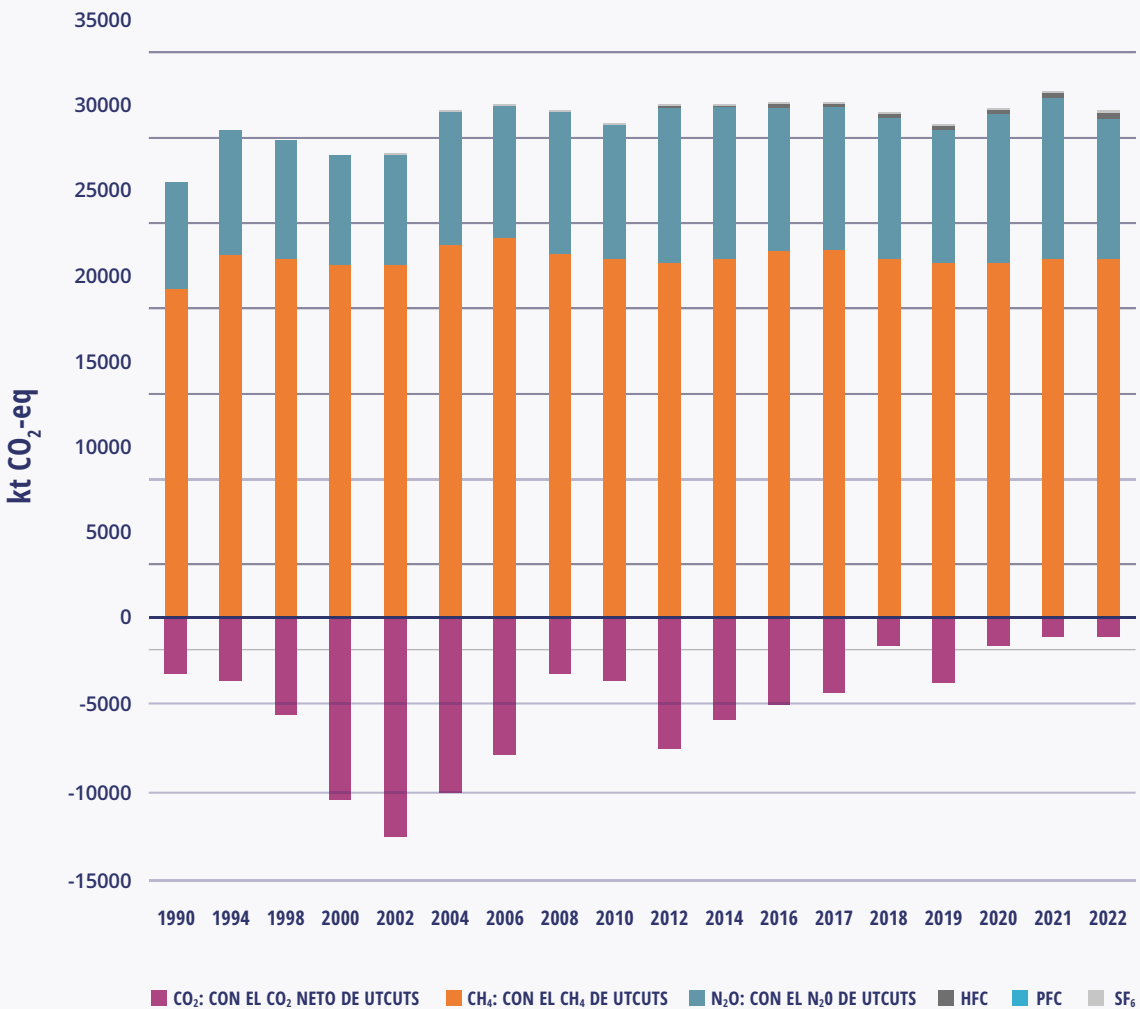


Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en la **Figura 2.5**, incluyendo el sector UTCUTS, se observa captura neta de CO<sub>2</sub> a lo largo de toda la serie temporal.

CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.5 INGEI de Uruguay: total GEI por cada GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) con UTCUTS, serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia

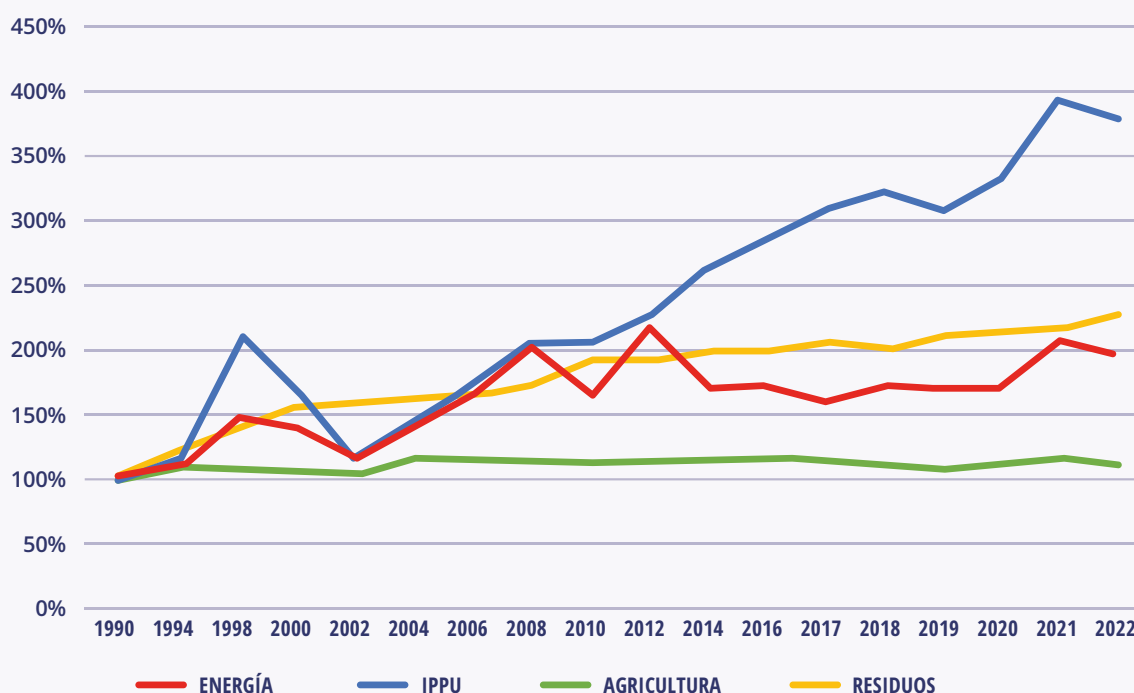
## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

### 2.2. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI por sector y por gas

#### 2.2.1. Descripción de las tendencias de emisiones por sector

En la siguiente figura se presenta la evolución de emisiones por sector y a continuación un resumen de los principales factores que explican las tendencias de GEI en la serie.

**FIGURA 2.6** INGEI de Uruguay: tendencia de GEI por sector (% con respecto a 1990) sin UTCUTS, serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia

#### *Sector Energía*

Para el sector Energía, el gas predominante es el CO<sub>2</sub>, representando más del 95% de las emisiones. Las emisiones de este sector aumentaron desde 3,842 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 hasta 5,381 kt CO<sub>2</sub>-eq en el año 2000, para luego disminuir hasta 4,312 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2002 (métrica GWP<sub>100 AR5</sub>). A partir de 2004, las emisiones volvieron a mostrar una tendencia neta creciente, alcanzando el nivel máximo del periodo en 2012, con 8,496 kt CO<sub>2</sub>-eq. Posteriormente, disminuyeron hasta 6,141 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2017. En el año 2020, las emisiones estimadas fueron de 6,520 kt CO<sub>2</sub>-eq y para 2022 alcanzaron 7,538 kt CO<sub>2</sub>-eq.

El mayor aporte al crecimiento del sector desde 1990 provino de la categoría Transporte, que mostró un marcado aumento de sus emisiones a lo largo de todo el período.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Es importante destacar que, para el sector Energía, la contribución de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O a las emisiones totales evaluadas en términos de CO<sub>2</sub> equivalente ha sido menor al 5% en los años de inventario entre 1990 y 2022. Por esta razón, la evolución de las emisiones en términos de CO<sub>2</sub> equivalente está dominada principalmente por la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En los últimos años, se produjeron cambios importantes en la matriz energética primaria. Estos cambios se asociaron principalmente a la diversificación de las fuentes energéticas y a una mayor participación de las energías renovables, alcanzando un aporte del 56% de renovables en la matriz primaria y 91% en la generación de electricidad en 2022.

### *Sector IPPU*

IPPU muestra un crecimiento exponencial a lo largo del periodo, con un aumento especialmente marcado a partir de 2006. Para 2022, las emisiones de IPPU se incrementaron a más del 400% en comparación con los niveles de 1990. Este crecimiento está vinculado principalmente al uso de productos como los HFCs en refrigeración y aire acondicionado.

En este sector, las emisiones están estrechamente ligadas al nivel de actividad de la industria manufacturera nacional. Al igual que en otros sectores, se registró un mínimo histórico en 2002 que puede explicarse por la baja actividad provocada por la crisis económica. El principal gas asociado a este sector fue el CO<sub>2</sub>, generado en la producción de cemento. En el último período, se observó un incremento de las emisiones del sector, vinculado a un leve aumento en el nivel de actividad y al crecimiento en el uso de HFC para refrigeración y acondicionamiento de aire, alcanzando 907 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022.

### *Sector Desechos*

El sector Desechos presenta una tendencia de crecimiento constante a lo largo del periodo. Aunque no muestran un crecimiento tan pronunciado como el sector IPPU, las emisiones han aumentado de manera estable, alcanzando alrededor del 200% de los niveles de 1990 para el año 2022.

El CH<sub>4</sub>, producido en el tratamiento y disposición de residuos, es el principal gas responsable de este crecimiento. Las emisiones del sector Residuos se mantuvieron prácticamente constantes en el último período, con un aumento global en la serie de 1990 a 2022 de 128%. El principal GEI del sector es el metano (CH<sub>4</sub>), que representa más del 90% de las emisiones. Es relevante señalar que en este sector la calidad de la información y las fuentes de datos de actividad han mejorado, lo que ha resultado en una estimación más precisa de las emisiones en los inventarios más recientes.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

### *Sector Agricultura*

En el sector Agricultura, el principal gas emitido es el CH<sub>4</sub>, proveniente fundamentalmente de la actividad ganadera (fermentación entérica y el manejo de estiércol). Si bien las emisiones de metano mostraron una tendencia levemente creciente a lo largo de la serie temporal (pasando de 24.714 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 27.361 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022), las variaciones de las emisiones de metano se explican a las oscilaciones en las existencias ganaderas. Dichas variaciones incluyen un rodeo vacuno que registró una tendencia creciente en su evolución entre 1990 y 2004, año a partir del cual la cantidad de animales se mantuvo básicamente estable. Cabe mencionar que la estabilidad en el rodeo ganadero vacuno se dio junto a cambios significativos en las características y la composición de dicho rodeo.

En el caso del óxido nitroso se observó una tendencia con algunas oscilaciones para el período 1990- 2018, que obedecieron a cambios en el stock de ganado, sumado a un rápido aumento en todo el período 2000-2012 en la aplicación de fertilizantes nitrogenados en suelos agrícolas, tendencia que probablemente fue generada por un crecimiento en el área de agricultura y pasturas implantadas en el país. Particularmente para el año 2022, se visualiza una reducción de las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, a niveles de actividad similares al año 2020, manteniéndose la proporción de los años anteriores entre ambas categorías.

### *Sector UTCUTS*

Para el sector UTCUTS (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura), las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> reflejan las dinámicas de carbono asociadas al uso y cambio en el uso de la tierra principalmente en Tierras forestales, Tierras de cultivo y Pastizales. Este sector ha tenido unas remociones netas a lo largo de toda la serie temporal, con valores de absorción neta de hasta -16.701 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2002. En 2022, la absorción neta fue de -9.066 kt CO<sub>2</sub>-eq.

#### 2.2.2. Descripción de las tendencias de emisiones por GEI

##### *2.2.2.1. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI - CO<sub>2</sub>*

En Uruguay, las emisiones de dióxido de carbono provienen en su gran mayoría de las actividades del sector Energía y las remociones provienen del sector UTCUTS.

Dentro del sector UTCUTS las variaciones en las emisiones netas (diferencia entre las emisiones brutas y remociones) a lo largo de todo el período se explican por la propia dinámica productiva del país, siendo la biomasa viva el reservorio que mayor peso tiene tanto en las emisiones brutas como en las remociones de CO<sub>2</sub>, seguido de la materia

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

orgánica del suelo y, por último, la materia orgánica muerta. En el caso de la biomasa viva, las variaciones se deben mayoritariamente al efecto de los balances de emisiones de CO<sub>2</sub> por extracción de madera (cosecha) en plantaciones forestales y remociones de CO<sub>2</sub> por crecimiento de la biomasa leñosa en áreas existentes y nuevas áreas de plantaciones forestales y bosque nativo. En el caso de la materia orgánica del suelo, las variaciones se deben a los cambios en los stocks de carbono orgánico del suelo que se producen por cambios entre categorías de uso de la tierra, generándose emisiones de CO<sub>2</sub> mayoritariamente en las conversiones a Tierras de cultivo y remociones de CO<sub>2</sub> mayoritariamente en las conversiones a Tierras forestales y a Pastizales. La materia orgánica muerta es un reservorio de interés en Tierras forestales y las variaciones se deben al balance entre la acumulación (secuestro) de carbono en el mantillo de Tierras forestales (plantaciones forestales y bosque nativo) y las emisiones de CO<sub>2</sub> por pérdidas del carbono contenido en el mantillo cuando las Tierras forestales se convierten en otras categorías de uso de la tierra.

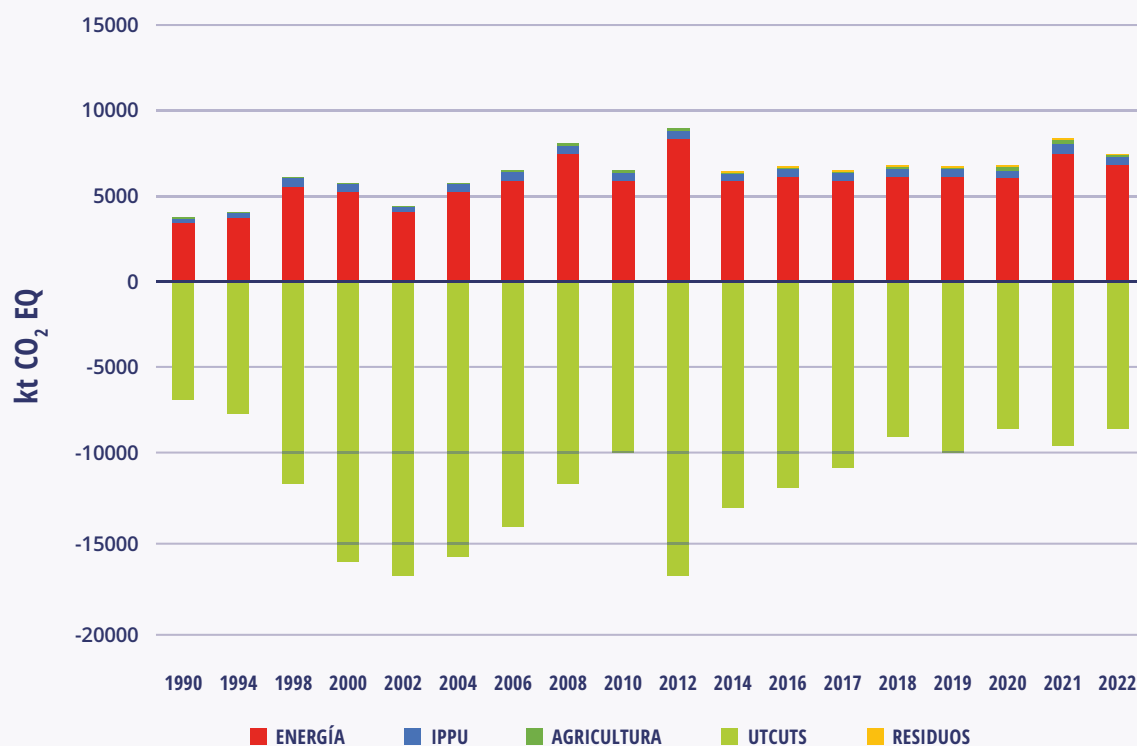
Respecto al sector Energía, ha habido históricamente una gran variabilidad en la disponibilidad de hidroelectricidad lo que ha impactado en el consumo de combustibles fósiles y por lo tanto en las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector. A su vez, la introducción de fuentes renovables en los últimos años (eólica, biomasa y solar) han colaborado fuertemente en la reducción de la utilización de combustibles fósiles para este fin.

La tendencia nacional, es entonces, producto de la relación del nivel de emisiones y remociones de ambos sectores. (Si bien en los Sectores IPPU y Desechos se registran emisiones de CO<sub>2</sub>, su incidencia en la variación de la serie temporal es despreciable).



## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.7 INGEI de Uruguay: tendencia de GEI, kt CO<sub>2</sub>e, serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia

### 2.2.2.2. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI-CH<sub>4</sub>

La principal fuente de emisiones de metano de país proviene del sector Agricultura, representando en 2022 el 92%, seguido del sector Desechos 8% y en menor proporción el sector Energía (1%). No ocurren en el país emisiones de metano del sector IPPU.

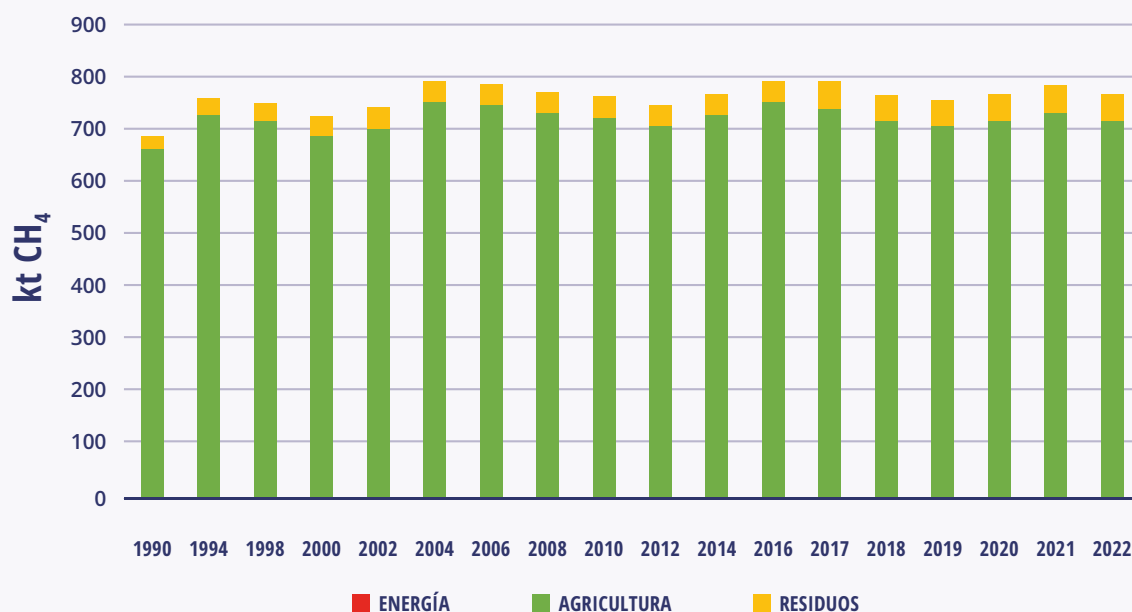
Se observa en la serie un aumento global del 12% con respecto a 1990.

La evolución de las emisiones de metano estuvo fuertemente asociada a las emisiones de fermentación entérica y, en particular, a la variación anual del rodeo vacuno. Los aumentos en la producción de carne en el período 1990-2022 y la estabilización de las emisiones de metano de la ganadería vacuna, principalmente en los últimos años, permiten inferir que ha existido un aumento de la productividad atribuible, entre otras cosas, a una mejora significativa en la eficiencia productiva y reproductiva de la ganadería de Uruguay, lo que redundará en una reducción significativa de la intensidad de emisiones de la ganadería vacuna de nuestro país.

Las emisiones de metano del sector Desechos provienen fundamentalmente (>80%) a la disposición de residuos sólidos en sitios de disposición final.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.8 INGEI de Uruguay: tendencia de GEI, kt CH<sub>4</sub>, serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia

### 2.2.2.3. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI – N<sub>2</sub>O

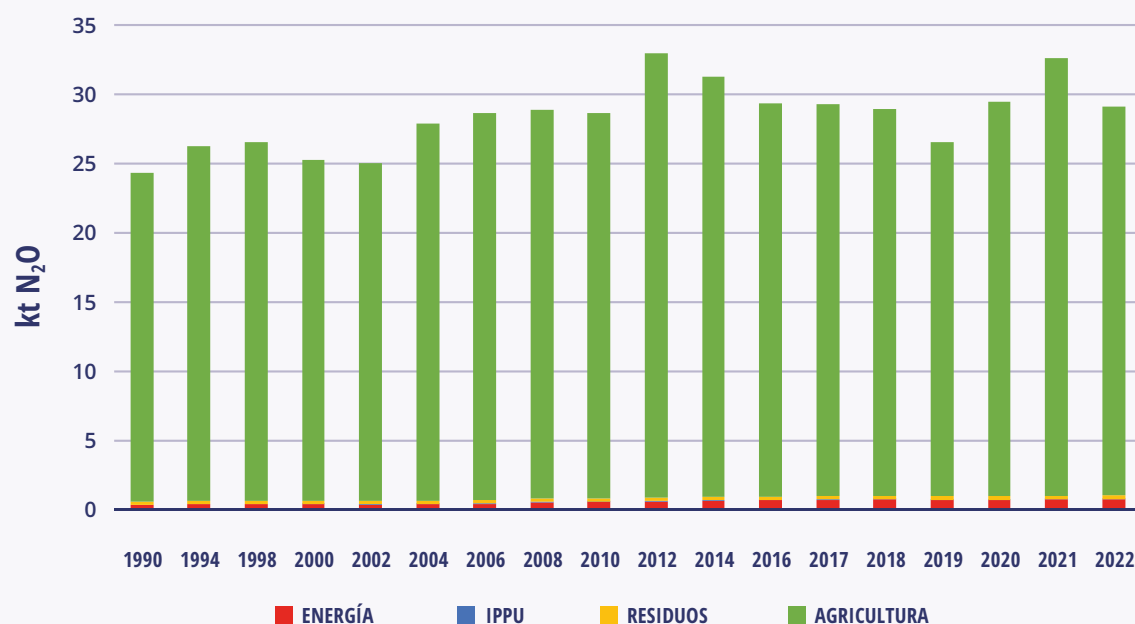
La principal fuente de emisiones de óxido nitroso de país proviene del sector Agricultura, representando en 2022 el 96%, seguido del sector Energía 3%, Desechos 0,9% y en menor proporción el sector IPPU (<0,1%).

Se observa en la serie un aumento global del 20% respecto a 1990.

Las principales fuentes de emisión de óxido nitroso son las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, principalmente asociadas a la deposición de heces y orina del ganado en el suelo.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.9 INGEI de Uruguay: tendencia de GEI, kt N<sub>2</sub>O, serie 1990-2022



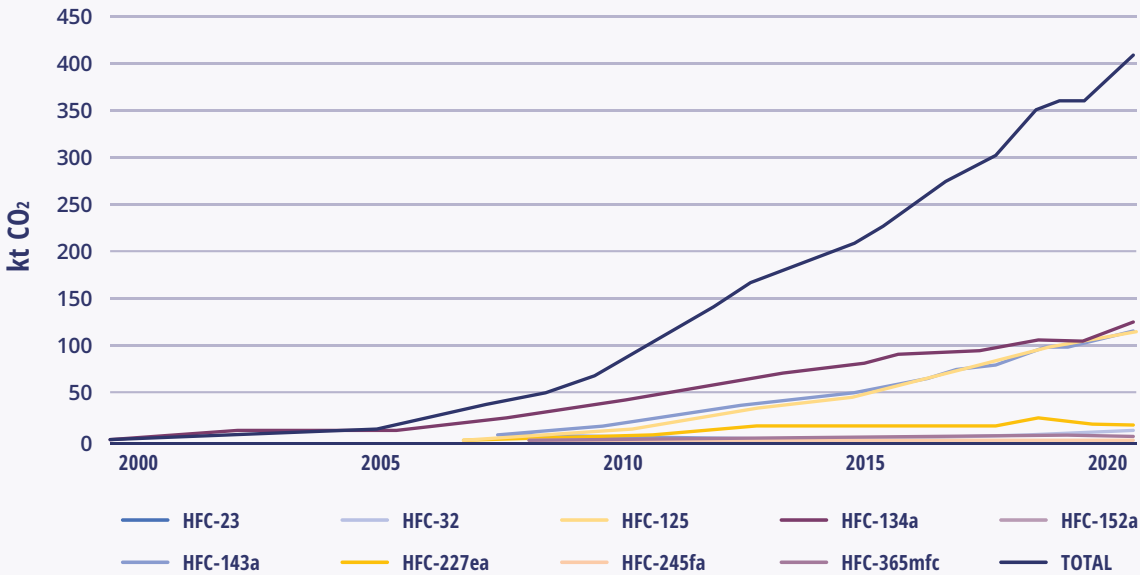
Fuente: elaboración propia

### 2.2.2.4. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI - F Gases

Entre 2000 y 2022, las emisiones totales de HFC han experimentado un incremento significativo de más de 9.000 %, pasando de 4,1 toneladas en 2000 a 403 toneladas en 2022. Este crecimiento sostenido refleja un aumento exponencial en el uso de estos gases. Durante los primeros años, las emisiones estuvieron dominadas por el HFC-134a, que mostró un crecimiento gradual hasta 2022. A partir de 2008, se observa un cambio en las tendencias con la incorporación de otros HFCs como HFC-32 y HFC-125, cuyas emisiones aumentaron considerablemente, contribuyendo de manera importante al total.

CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.10 INGEI de Uruguay: tendencia de HFC, kt CO<sub>2</sub>-eq, serie 1990-2022



Fuente: elaboración propia

El SF<sub>6</sub> se estima desde 2002, teniendo un aporte menor al 0,1% en toda la serie temporal. Los PFC se introducen a partir de 2020 con importación de PFC-114.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

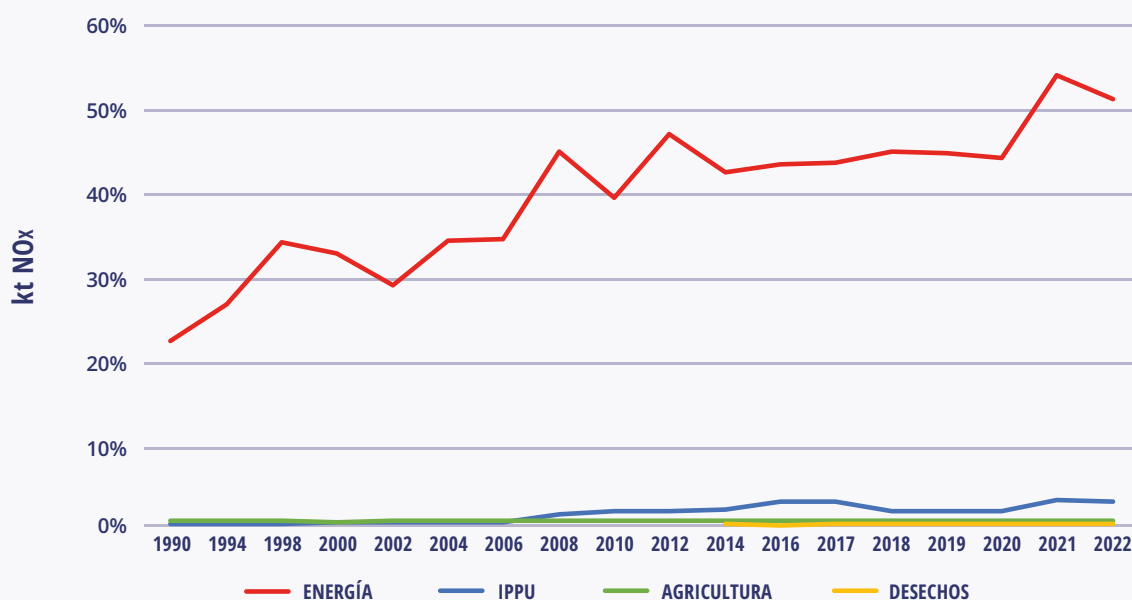
### 2.2.2.5. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI – precursores e indirectos

Las emisiones de NOx aumentaron de 22,11 kt en 1990 a 51,23 kt en 2022. El sector de energía ha liderado la emisión de NOx en todo el período, con una contribución superior al 85% en toda la serie.

La contribución por sector en 2022 es:

- Energía: 51,23 kt (≈97 %)
- IPPU: 2,64 kt (≈5 %)
- Agricultura: 0,29 kt (menos del 1 %)

FIGURA 2.11 INGEI de Uruguay: Emisiones de NOx (kt), 1990-2022



Fuente: elaboración propia

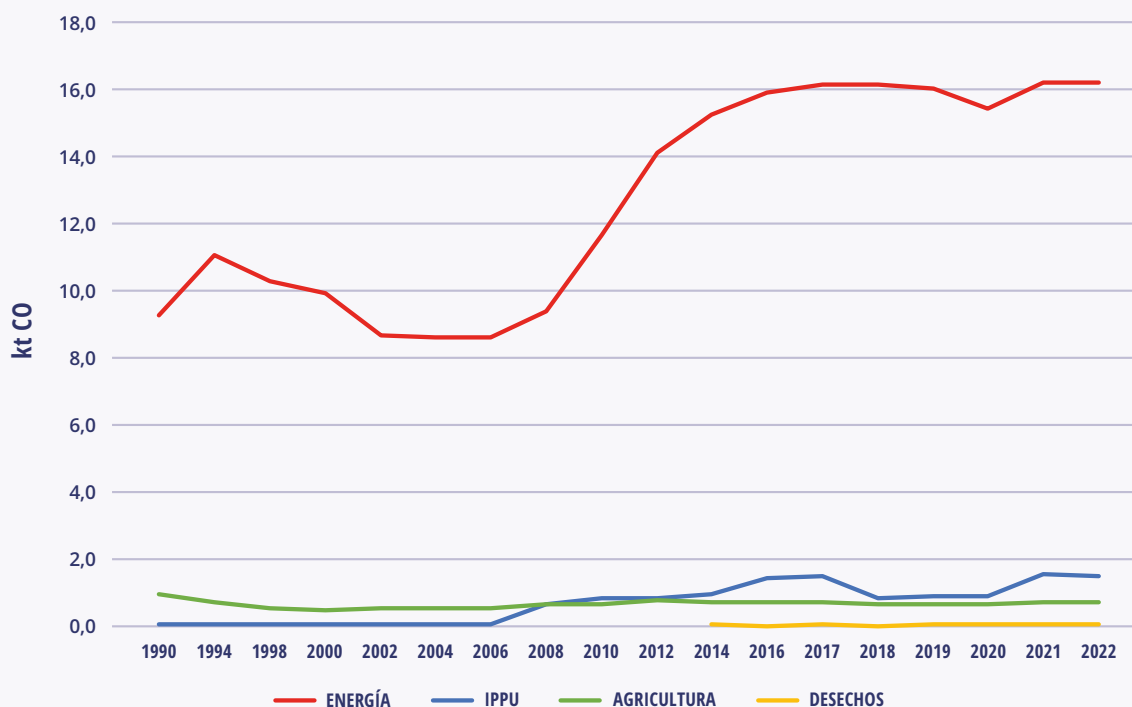
## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de CO aumentaron de 92,7 kt en 1990 a 162,1 kt en 2022. El sector de energía ha dominado las emisiones de CO, contribuyendo con más del 95% de las emisiones totales.

La contribución por sector en 2022 es:

- Energía: 162,1 kt (≈96 %)
- IPPU: 14,6 kt (≈9 %)
- Agricultura: 6,8 kt (≈4 %)

FIGURA 2.12 INGEI de Uruguay: Emisiones de CO (kt), 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

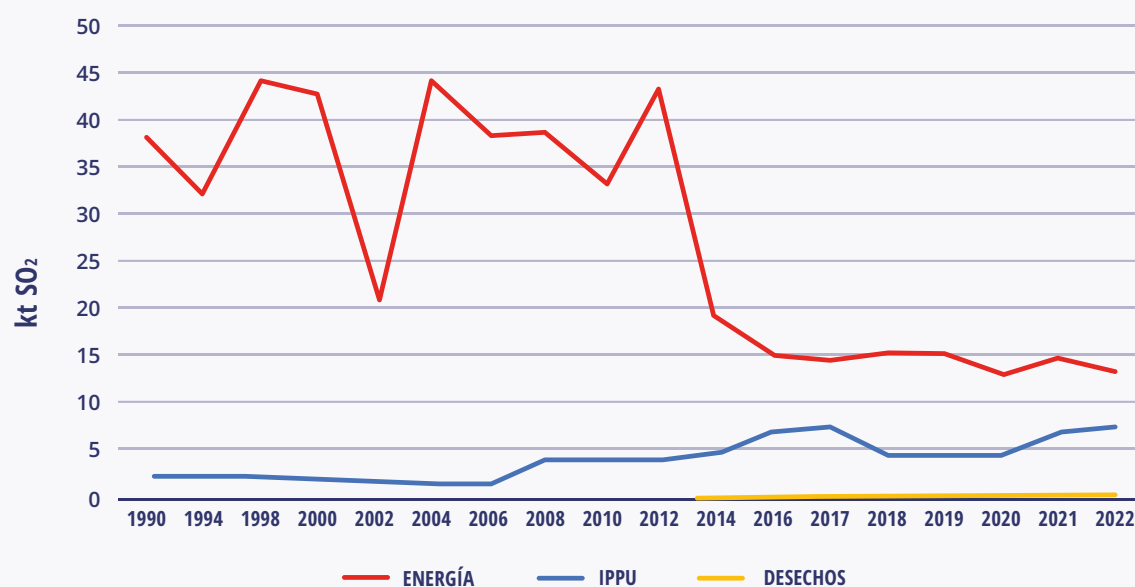
## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de SO<sub>2</sub> han tenido una tendencia decreciente, comenzando con 37,6 kt en 1990 y descendiendo a 12,86 kt en 2022. Aunque las emisiones han disminuido en el sector energético, este sigue siendo el mayor contribuyente..

La contribución por sector en 2022 es:

- Energía: 12,86 kt (≈85 %)
- IPPU: 6,95 kt (≈15 %)
- Desechos: despreciable

FIGURA 2.13 INGEI de Uruguay: Emisiones de SO<sub>2</sub> (kt), 1990-2022



Fuente: elaboración propia



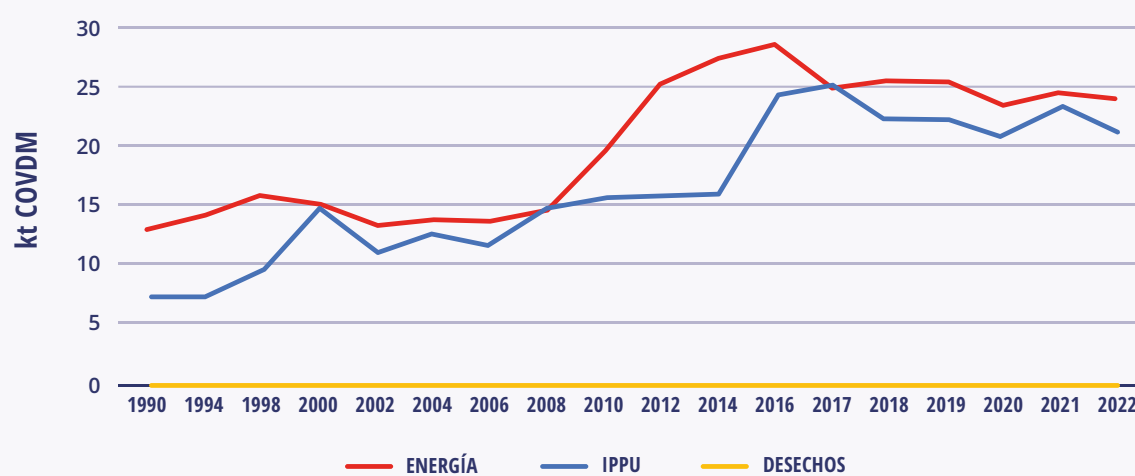
## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

El COVDM en el sector de energía muestra un crecimiento constante desde 13,0 kt en 1990 hasta 24,1 kt en 2022. La contribución del sector energético es significativa en comparación con IPPU y otros sectores.

La contribución por sector en 2022 es:

- Energía: 24,1 kt (≈90%)
- IPPU: 21,1 kt (≈8%)
- Residuos: menor 2%.

FIGURA 2.14 INGEI de Uruguay: Emisiones de COVDM (kt), 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

### 2.2.2.6. Descripción de las tendencias de emisiones de GEI – métrica $GTP_{100\text{ AR5}}$

En el quinto informe de evaluación del IPCC<sup>9</sup> se establecieron métricas comunes para calcular la equivalencia en dióxido de carbono de las emisiones y las absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), como ser el Potencial de calentamiento global (GWP) y el Potencial de cambio de temperatura global (GTP), que pueden ser utilizadas para cuantificar y comunicar contribuciones absolutas y relativas de emisiones de GEI de diferentes sustancias y las emisiones de regiones/ países o fuentes/ sectores.

De acuerdo con el quinto informe de evaluación del IPCC, el GWP no está directamente relacionado con un límite de temperatura, tal como el objetivo de 2°C<sup>10</sup>, mientras que algunos indicadores económicos y métricas físicas de efectos finales como el GTP pueden ser más adecuados para este fin.

En el sexto informe de evaluación del IPCC (The Physical Science Basis, Chapter 7)<sup>11</sup> se indica que no se recomienda una métrica de emisión porque la idoneidad de la elección depende de los propósitos para los cuales se comparan los gases o agentes de forzamiento. Asimismo, indica que las métricas de emisiones pueden facilitar la comparación de los efectos de las emisiones en apoyo de los objetivos de las políticas. No definen metas u objetivos de política, pero pueden respaldar la evaluación e implementación de opciones dentro de políticas de componentes múltiples (por ejemplo, pueden ayudar a priorizar qué emisiones reducir). Adicionalmente, el informe establece que la elección de la métrica dependerá de qué aspectos del cambio climático son más importantes para una aplicación o parte interesada en particular y en qué horizontes de tiempo. Diferentes objetivos de políticas climáticas nacionales e internacionales pueden llevar a conclusiones diferentes sobre cuál es la métrica de emisión más adecuada.

En las siguientes secciones, se presenta en forma adicional el inventario GEI 1990-2022 utilizando la métrica  $GTP_{100\text{ AR5}}$  y la comparación contra los resultados obtenidos con la métrica  $GWP_{100\text{ AR5}}$ .

Utilizando el Potencial de cambio de temperatura global, las emisiones netas para 2022, fueron 8.798 CO<sub>2</sub>-eq  $GTP_{100\text{ AR5}}$ . Si no se considera el aporte del sector UTCUTS las emisiones son 17.863 CO<sub>2</sub>-eq  $GTP_{100\text{ AR5}}$ .

<sup>9</sup> Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

<sup>10</sup> Manne y Richels, 2001; Shine et al, 2007; Manning y Reisinger, 2011; Smith et al, 2012; Tol et al, 2012; Tanaka et al, 2013

<sup>11</sup> Forster, P., T. Storelvmo, K. Armour, W. Collins, J.-L. Dufresne, D. Frame, D.J. Lunt, T. Mauritsen, M.D. Palmer, M. Watanabe, M. Wild, and H. Zhang: 2021, The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

**TABLA 2.4** INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI y métrica (kt CO<sub>2</sub>-eq), 2022.

Gas	GWP <sub>100 AR5</sub>	GTP <sub>100 AR5</sub>	% variación
CO <sub>2</sub>	21%	44 %	110
CH <sub>4</sub>	58%	17%	-71
N <sub>2</sub> O	20%	38%	90
HFC +PFC + SF <sub>6</sub>	1%	1%	<0,1

Fuente: elaboración propia

Al comparar la contribución relativa de cada gas al total de emisiones nacionales (sin considerar UTCUTS), se observa que el principal gas bajo métrica GWP<sub>100 AR5</sub> es el CH<sub>4</sub> (58%), mientras que con la métrica GTP<sub>100 AR5</sub> el principal gas emisor es el CO<sub>2</sub> (44%) seguido por el N<sub>2</sub>O (38%). El CH<sub>4</sub> pasa a ocupar el tercer lugar como GEI emisor (17%).

**TABLA 2.5** INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI por sector y métrica (kt CO<sub>2</sub>-eq), 2022.

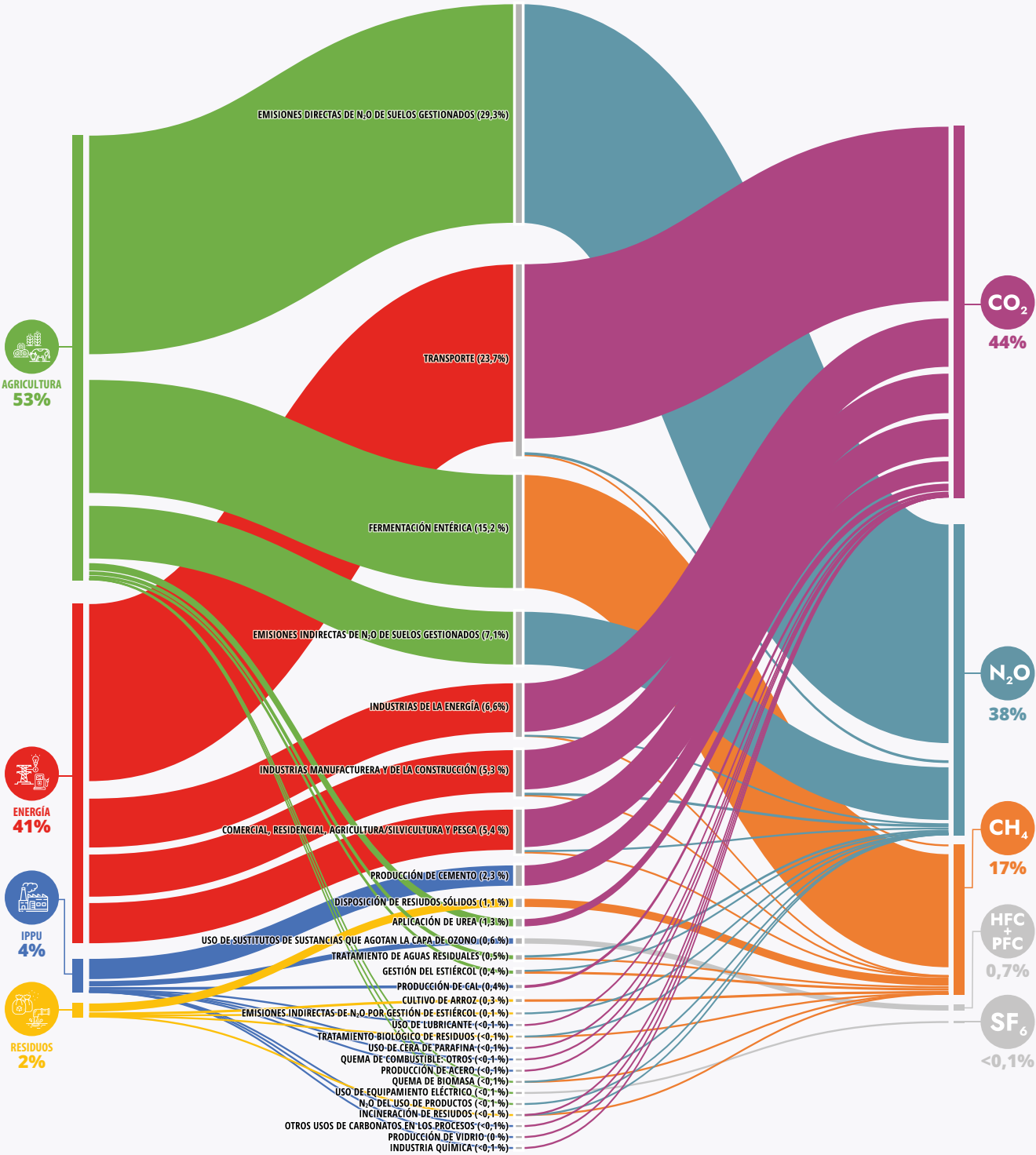
Métrica	Energía	IPPU	Agricultura	UTCUTS	Residuos	Total
GWP <sub>100 AR5</sub>	7.538	907	27.361	-9.066	1.708	28.448
GTP <sub>100 AR5</sub>	7.394	633	9.537	-9.066	299	8.798

Fuente: elaboración propia

Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press. In Press.

CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

FIGURA 2.15 INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI por sector y métrica GTP<sub>100 AR5</sub> (%), 2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

En cuanto a las categorías principales predominantes, las mismas se mantienen en gran medida utilizando ambas métricas, pero el orden de prelación en el cual se presentan (en cuanto a Nivel) es diferente con mayor incidencia en categorías emisoras de N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> para la métrica GTP<sub>100 AR5</sub>.

**TABLA 2.6** INGEI de Uruguay: categorías principales, métrica GTP<sub>100 AR5</sub>, 2022.

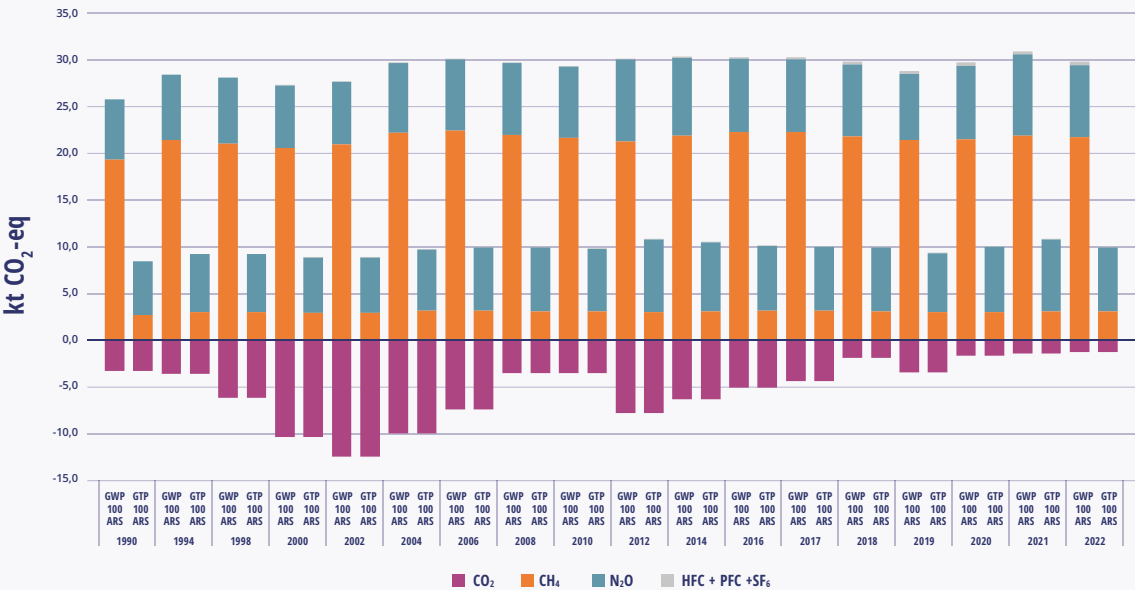
Código de categoría IPCC	Código	IPPU	Agricultura	UTCUTS
3.B.1.b	4.A.2	Tierra convertida en tierras forestales	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1
3.C.4	3.D.1	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	(N <sub>2</sub> O)	L1, T1
1.A.3.b	1.A.3.b	Transporte carretero - combustibles líquidos	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1
3.A.1	3.A.	Fermentación entérica	(CH <sub>4</sub> )	L1, T1
3.b.2.b	4.B.2	Tierras convertidas en Tierras de cultivo	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1
3.C.5	3.D.2	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	(N <sub>2</sub> O)	L1, T1
3.B.1.a	4.A.1	Tierras forestales que permanecen como tales	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1
1.A.4	1.A.4	Otros sectores-Combustibles líquidos	(CO <sub>2</sub> )	T1
3.B.3.b	4.C.2	Tierras convertidas en Pastizales	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1
1.A.1	1.A.1	Industrias de la energía - combustible líquido	(CO <sub>2</sub> )	L1
3.B.2.a	4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	(CO <sub>2</sub> )	L1, T1

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

La evolución 1990-2022 de las emisiones nacionales según ambas métricas se muestra en la siguiente Figura. Las emisiones netas nacionales presentaron un aumento del 27% entre 1990 y 2022 y una disminución de 3% con respecto al año 2021 bajo la métrica GWP 100 AR5. Por otra parte, bajo métrica GTP<sub>100 AR5</sub>, se registró un aumento de las emisiones entre 1990 y 2022 del 70% y una disminución del 7 % con respecto a 2021.

FIGURA 2.16 INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI por GEI y métrica (MtCO<sub>2</sub>-eq), 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

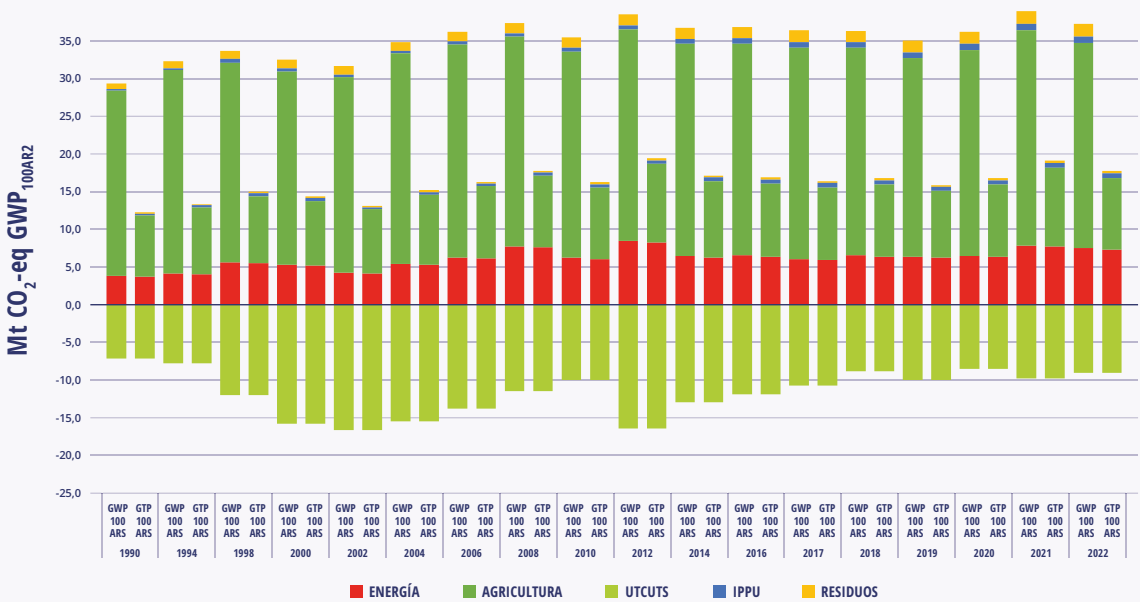
CAPÍTULO 2. Tendencias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Dado el bajo peso relativo de las emisiones de metano y óxido nitroso en el Sector Energía, no se observan grandes diferencias entre ambas métricas a lo largo de la serie.

Para el sector Desechos se observan diferencias en la serie comparando ambas métricas debido al peso del metano (fundamentalmente por la Disposición de residuos sólidos) en el sector.

Las diferencias entre métricas observadas en la serie temporal para el sector IPPU, se observan desde el año 2000 por la introducción de los HFC.

FIGURA 2.17 INGEI de Uruguay: contribución de las emisiones de GEI por sector y métrica (MtCO<sub>2</sub>-eq), 1990-2022.



Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 3

# Sector Energía (CRT 1)



## CAPÍTULO 3

# Sector Energía (CRT 1)



El capítulo presenta las emisiones de GEI del sector Energía para la serie temporal 1990-2022, así como una descripción general del sector, la tendencia de GEI y aspectos metodológicos. Además, se incluye una descripción específica y detallada para cada categoría.

### 3.1. Descripción de las tendencias de emisiones y absorciones de GEI agregados

En el año 2022, el sector Energía de Uruguay contribuyó al calentamiento global con 7.538 kt de CO<sub>2</sub>-eq (GWP<sub>100 AR5</sub>), al considerar en conjunto los gases de efecto invernadero directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O). Al comparar con el año de referencia, 1990, las emisiones totales fueron 96% mayores y respecto al año 2021, fueron aproximadamente 5% menores.

El CO<sub>2</sub> fue el gas con mayor participación, representando el 95% de las emisiones reportadas. Entre las diferentes categorías, el Transporte se destacó como el principal emisor de gases de efecto invernadero, con 4.258 kt de CO<sub>2</sub>-eq, lo que equivale al 56% del total. La quema de biomasa generó 8.910 kt de CO<sub>2</sub>, sin embargo, estos datos se presentan solo como información adicional o partidas informativas y no se incluyen en los totales del sector.

Este informe también incluye el reporte y análisis de las emisiones de gases precursores de ozono (NO<sub>x</sub>, CO, COVDM) y SO<sub>2</sub>.

La siguiente tabla resume los principales combustibles consumidos en los distintos sectores, su poder calorífico inferior<sup>12</sup> y su contenido de carbono<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Fuente: "Balance Energético Nacional 2022". DNE, MIEM.

<sup>13</sup> "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero." Volumen 2, Energía. Cuadro 1.3 – Valores por defecto.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.1 Combustibles consumidos en Uruguay 2022

Combustible	PCI	Unidad	Contenido de C (kg/GJ)
<b>Líquidos</b>			
Gasoil (50S)	0,8521	tep/m <sup>3</sup>	20,2
Fueloil (pesado)	0,9257	tep/m <sup>3</sup>	21,1
Gasolina Automotora	0,7788	tep/m <sup>3</sup>	18,9
Queroseno	0,8299	tep/m <sup>3</sup>	19,6
Gasolina Aviación	0,7486	tep/m <sup>3</sup>	19,1
Turbocombustible	0,8304	tep/m <sup>3</sup>	19,5
<b>Gaseosos</b>			
Gas Natural (STD)	0,83	tep/km <sup>3</sup>	15,3
GLP (Supergás / ASTM D3588)	0,6109	tep/km <sup>3</sup>	17,2
Gas de Refinería (Gas Fuel/ ASTM D3588)	1,1	tep/km <sup>3</sup>	15,7
<b>Sólidos</b>			
Coque de petróleo	0,9386	tep/ton	26,6
Coque de carbón	0,68	tep/ton	25,8
Carbón mineral	0,274	tep/ton	27,6
<b>Biomasa</b>			
Leña	0,27	tep/ton	30,5
Licor Negro	0,3016	tep/ton	26
Otros residuos de biomasa	0,2702	tep/ton	27,3
Carbón vegetal	0,75	tep/ton	30,5
Biodiésel	0,8312	tep/m <sup>3</sup>	19,3
Bioetanol	0,5066	tep/m <sup>3</sup>	19,3
<b>Otros combustibles fósiles</b>			
Residuos Industriales	0,7048	tep/ton	22

tep: toneladas equivalentes de petróleo; un tep corresponde a 10 millones de kilocalorías.

Otros residuos de biomasa: Incluye aserrín, chips, residuos forestales, etc.

Carbón mineral: Se consumen diferentes tipos de carbón mineral y se considera el PCI de aquel con mayor consumo.

Residuos industriales: Neumáticos fuera de uso (NFU), combustibles líquidos alternativos (CLA), aceites usados y combustibles sólidos residuales (CSR).

Fuente: elaboración propia.

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

### 3.1.1. Emisiones GEI sector energía 2022

En el sector Energía se incluyen estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero para dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). Estas son originadas a partir de las actividades de quema de combustibles (fósiles y biomasa).

Las emisiones de GEI del sector Energía se dividen en tres grandes categorías: producidas a partir de la quema de combustibles (1.A.); emisiones fugitivas (1.B.) y del transporte y almacenamiento de dióxido de carbono (1.C.). La categoría 1.A. representa el 100% de las emisiones estimadas. La categoría 1.B. no se estima por insignificancia y la 1.C. no ocurre en el país, por lo que sus emisiones son nulas.

Por su parte, las emisiones de GEI correspondientes a bunkers internacionales y las de  $\text{CO}_2$  provenientes de la quema de biomasa se presentan, acorde a la metodología utilizada del IPCC, como partidas informativas.

Las emisiones de GEI se caracterizan por proceder de combustión estacionaria o móvil. Dentro de la categoría 1.A. del IPCC, las subcategorías que generan emisiones procedentes de la combustión estacionaria son: Industrias de la energía (1.A.1.), Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) y Otros sectores (1.A.4.) donde se incluyen los sectores Comercial/Institucional (1.A.4.a.), Residencial (1.A.4.b.) y Agricultura/Silvicultura/Pesca (1.A.4.c.). Las categorías correspondientes a fuentes móviles se encuentran en los subsectores Transporte (1.A.3.) y Otros sectores (1.A.4.), específicamente en el subsector Agricultura/ Silvicultura/ Pesca (1.A.4.c.). Si bien todos estos subsectores pretenden incluir todas las emisiones de fuentes fijas y móviles de combustión, existe una categoría extra disponible en el sector 1.A.5., para las emisiones que no se pueden asignar a una de las demás subcategorías.

Las emisiones de  $\text{CO}_2$  procedentes de la combustión son el resultado de la liberación del carbono presente en los combustibles durante su combustión y por lo tanto dependen del contenido de carbono del combustible. Durante el proceso de combustión, la mayor parte del carbono se emite como  $\text{CO}_2$  en forma inmediata. Sin embargo, una parte del carbono se libera en forma de monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) o compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), y todos ellos se oxidan y convierten a  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, en un proceso que tarda desde unos pocos días hasta aproximadamente 12 años. Por su parte, las emisiones de gases distintos de  $\text{CO}_2$  procedentes de la quema de combustible dependen mucho de la tecnología de combustión utilizada.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

En la **Tabla 3.2** se presentan las diferentes categorías del sector Energía y sus respectivos métodos de nivel (tier); en la **Tabla 3.3** se incluyen las emisiones de cada una de estas categorías para el año 2022 y en la **Tabla 3.4** las partidas informativas.

**TABLA 3.2** Categorías, subcategorías y tiers para 2022

Código	Combustible	Gases					
		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE
<b>1.</b>	<b>Energía</b>						
<b>1.A.</b>	<b>Actividades de quema del combustible</b>						
<b>1.A.1.</b>	<b>Industrias de la energía</b>						
1.A.1.a	Producción de electricidad y calor	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.1.b	Refinación del petróleo	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
<b>1.A.2.</b>	<b>Industrias manufactureras y de la construcción</b>						
1.A.2.c.	Química	T1/T2	D/PE	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.2.d.	Imprenta, Papel y Celulosa	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.2.e.	Alimentos, Bebidas y Tabaco	T1/T2	D/PE	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	T1/T2	D/PE	T1/T2/3	D	T1	D
1.A.2.i.	Minería (excluyendo combustibles)	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.j.	Madera y productos de madera	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.2.k.	Construcción	T1/T2	D/PE	T1/T2/3	D	T1	D
1.A.2.l.	Textil y cueros	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.2.m.	Industria no especificada	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
<b>1.A.3.</b>	<b>Transporte</b>						
1.A.3.a.	Aviación civil	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.b.	Transporte terrestre						
1.A.3.b.i.	Autos	T1	D	T1/T2	D/PE	T1/T2	D/PE
1.A.3.b.ii.	Camionetas	T1	D	T1/T2	D/PE	T1/T2	D/PE
1.A.3.b.iii.	Camiones y buses	T1	D	T1/T2	D	T1/T2	D
1.A.3.b.iv.	Motos	T1	D	T1/T2	D	T1/T2	D
1.A.3.c.	Ferrocarriles	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	T1	D	T1	D	T1	D
<b>1.A.4.</b>	<b>Otros sectores</b>						
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
1.A.4.b.	Residencial	T1	D	T1/T2/3	D	T1/T2/3	D
<b>1.A.4.c.</b>	<b>Agricultura / Silvicultura / pesca</b>						
1.A.4.c.i.	Estacionaria	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c.ii.	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c.iii.	Pesca (combustión móvil)	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.5.	No especificado	T1	D	T1	D	T1	D
<b>1.B.</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	NE (Insignificancia)					
<b>1.C</b>	<b>Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono</b>	NO					

T1,2,3 (TIER 1,2,3) de las Directrices del IPCC de 2006; NO, No Ocurre, NE: No Estimado, D (Default), por defecto; PE (País específico), específico del país.

Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.3 Emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022

2022	Emisiones (kt)						
Categorías	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>1. Energía</b>	<b>7.196,9</b>	<b>5,0</b>	<b>0,8</b>	<b>51,2</b>	<b>162,1</b>	<b>24,1</b>	<b>12,9</b>
<b>1.A. Actividades de quema del combustible</b>	<b>7.196,9</b>	<b>5,0</b>	<b>0,8</b>	<b>51,2</b>	<b>162,1</b>	<b>24,1</b>	<b>12,9</b>
<b>1.A.1. Industrias de la energía</b>	<b>1.163,0</b>	<b>7,7E-02</b>	<b>3,1E-02</b>	<b>4,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor	792,1	6,9E-02	3,0E-02	4,3	0,5	4,5E-02	0,4
1.A.1.b. Refinación del petróleo	370,9	8,7E-03	1,2E-03	0,5	9,5E-02	1,4E-02	0,3
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO						
<b>1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción</b>	<b>946,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>12,2</b>	<b>12,7</b>	<b>1,2</b>	<b>7,2</b>
1.A.2.a. Hierro y Acero	IE (En 1A2m)						
1.A.2.b. Metales no ferrosos	IE (En 1A2m)						
1.A.2.c. Química	15,7	1,7E-02	1,1E-02	0,2	0,8	0,3	0,4
1.A.2.d. Papel, imprenta y celulosa	360,3	0,2	0,1	6,9	5,7	0,5	1,4
1.A.2.e. Alimentos, bebida y tabaco	111,0	0,1	0,1	2,1	2,8	0,1	1,9
1.A.2.f. Minerales no metálicos	372,8	1,6E-02	3,8E-03	1,0	1,1	1,4E-02	2,8
1.A.2.g. Equipamiento de transporte	IE (En 1A2m)						
1.A.2.h. Maquinaria	IE (En 1A2m)						
1.A.2.i. Minería (excluyendo combustibles)	25,8	1,4E-03	9,9E-03	0,3	0,1	2,9E-02	6,0E-04
1.A.2.j. Madera y productos de la madera	1,5	0,1	4,5E-02	1,4	1,9	0,1	0,3
1.A.2.k. Construcción	44,0	3,9E-03	5,9E-04	0,2	0,1	3,4E-02	0,1
1.A.2.l. Textil y cueros	2,0	6,0E-03	3,8E-03	0,1	0,2	6,8E-03	0,2
1.A.2.m. Industria no especificada	13,3	1,0E-03	3,8E-04	0,1	3,6E-02	1,7E-02	3,3E-02
<b>1.A.3. Transporte</b>	<b>4.175,8</b>	<b>0,298</b>	<b>0,280</b>	<b>28,3</b>	<b>96,1</b>	<b>14,3</b>	<b>7,8E-02</b>
1.A.3.a. Aviación civil	14,0	9,8E-05	3,9E-04	1,8E-02	5,4	8,6E-02	1,2E-03
1.A.3.b. Transporte terrestre	4.082,5	0,292	0,261	26,9	90,5	14,1	6,0E-02
1.A.3.c. Ferrocarriles	0,6	3,5E-05	2,4E-04	1,0E-02	2,1E-03	9,0E-04	1,0E-05
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	34,1	3,2E-03	9,2E-04	0,8	0,1	3,0E-02	1,5E-02
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	44,6	2,5E-03	1,7E-02	0,5	0,2	5,0E-02	1,0E-03
<b>1.A.4. Otros sectores</b>	<b>902,4</b>	<b>4,2</b>	<b>0,2</b>	<b>5,9</b>	<b>52,6</b>	<b>8,6</b>	<b>4,9</b>
1.A.4.a. Comercial / Institucional	98,9	2,9E-01	4,0E-03	0,2	0,6	0,3	0,4
1.A.4.b. Residencial	399,6	3,7	5,1E-02	0,9	49,5	7,4	4,3
1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura / pesca	403,9	0,2	0,1	4,7	2,5	0,9	0,3
1.A.4.c.i. Estacionaria	29,9	0,2	2,6E-03	0,1	0,4	0,2	0,2
1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	327,2	1,8E-02	0,1	3,5	1,2	0,4	7,8E-03
1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil)	46,8	9,3E-03	1,3E-03	1,1	1,0	3,1E-01	1,8E-02
<b>1.A.5. No especificado</b>	<b>9,3</b>	<b>0,001</b>	<b>7,8E-05</b>	<b>6,60E-03</b>	<b>7,40E-03</b>	<b>1,00E-04</b>	<b>1,00E-03</b>
<b>1.B. Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	NE (por insignificancia)						
<b>1.B.1. Combustibles sólidos</b>	NO						
<b>1.B.2. Petróleo y gas natural</b>	NE (por insignificancia)						
<b>1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía</b>	NO						
<b>1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono</b>	NO						

T1,2,3 (TIER 1,2,3) de las Directrices del IPCC de 2006; NO, No Ocurre, NE: No Estimado, IE: estimado en otra categoría. D (Default), por defecto; PE (País específico), específico del país.

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.4 Emisiones por GEI, categoría y subcategoría, partida informativa (kt) para 2022

Categorías	Emisiones (kt)						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>Partidas informativas</b>							
<b>Bunkers internacionales</b>	<b>531,7</b>	<b>3,0E-02</b>	<b>1,4E-02</b>	<b>7,8</b>	<b>88,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>
1.A.3.a.i. Aviación internacional	227,5	1,6E-03	6,4E-03	0,3	88,2	1,4E+00	3,2E-02
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional	304,2	2,8E-02	8,1E-03	7,5	0,7	0,3	0,3
<b>CO<sub>2</sub> generado por quema de biomasa</b>	<b>8.910,2</b>						

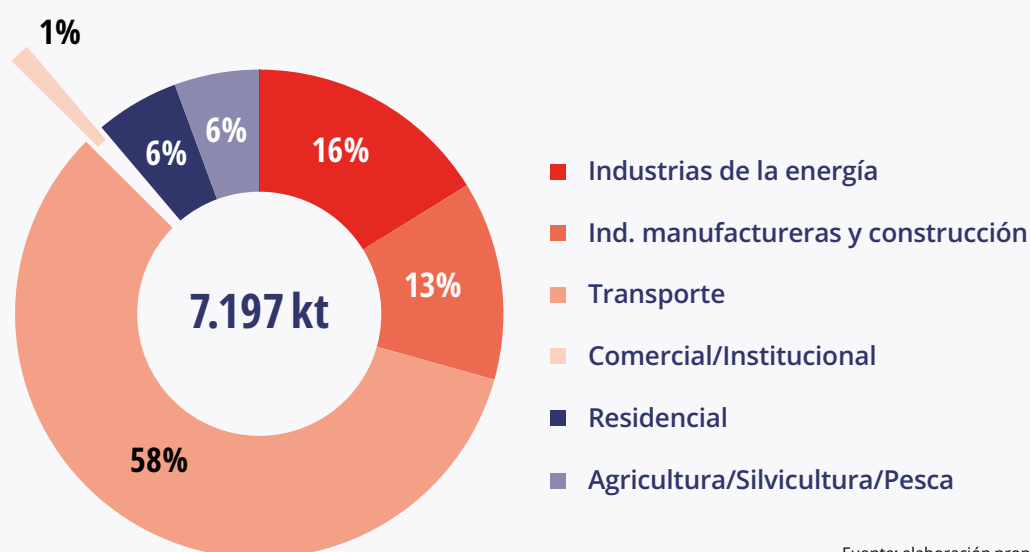
Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1. Emisiones de GEI directos

Las siguientes figuras detallan el total de las emisiones por gas y los porcentajes de participación de los subsectores Industrias de la energía (1.A.1.), Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.), Transporte (1.A.3.) y Otros sectores (1.A.4.) donde se incluyen los sectores Comercial/Institucional (1.A.4.a.), Residencial (1.A.4.b.) y Agricultura/Silvicultura/ Pesca (1.A.4.c.).

Para el caso del CO<sub>2</sub>, gas de mayor contribución al cambio climático dentro del sector Energía, se muestra además el porcentaje de participación por combustible. Como se puede ver en las figuras 3.1 y 3.2 el sector Transporte fue el principal emisor de gases de efecto invernadero y el combustible de mayor contribución en emisiones de CO<sub>2</sub> fue el gasoil.

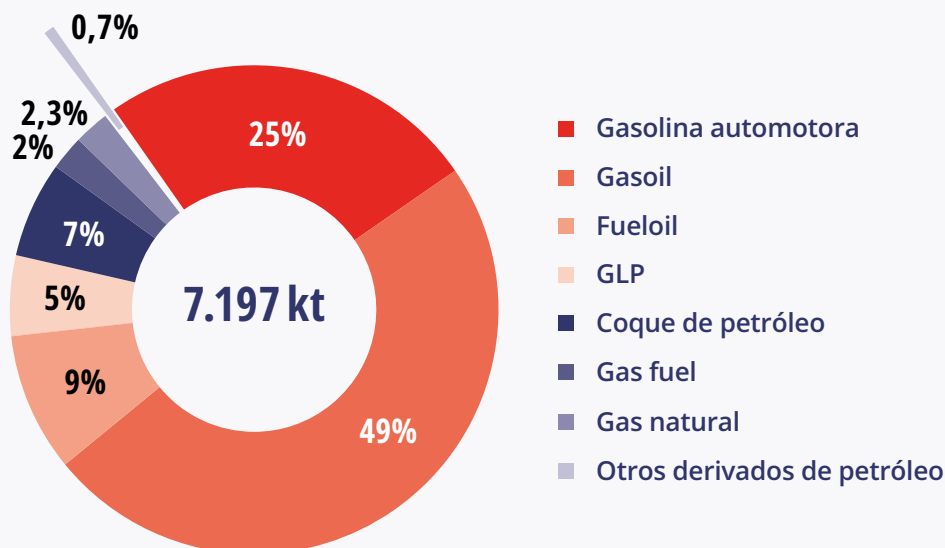
FIGURA 3.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> 2022 por subcategoría (%)



Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

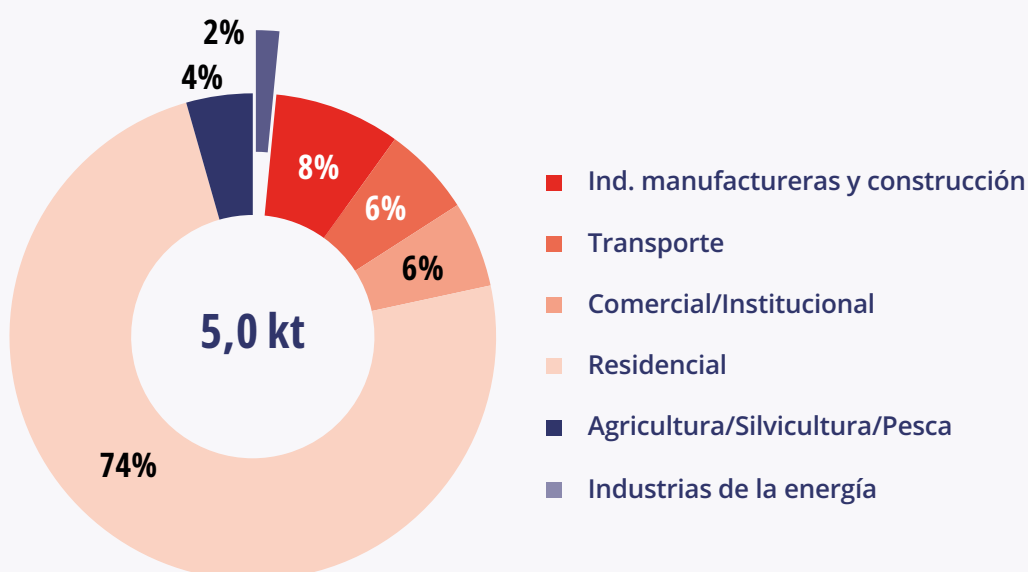
FIGURA 3.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> 2022 por combustible (%)



Fuente: elaboración propia

En lo relativo a las emisiones de CH<sub>4</sub> (metano) por quema de combustibles del sector Energía en 2022, las emisiones fueron originadas principalmente en el sector residencial y asociadas particularmente al consumo de leña. Ver Figura 3.3.

FIGURA 3.3 Emisiones de CH<sub>4</sub> 2022 por subcategoría (%)



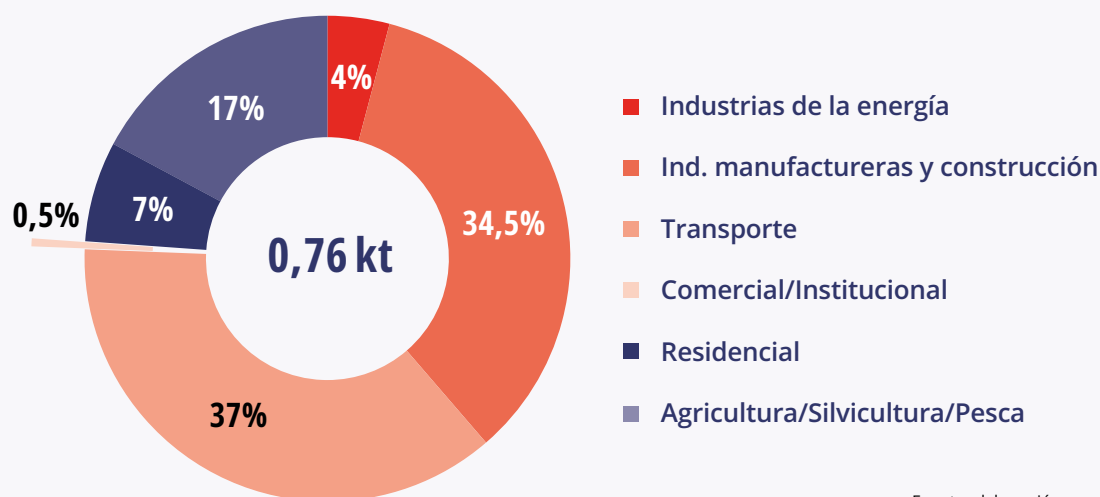
Fuente: elaboración propia



### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

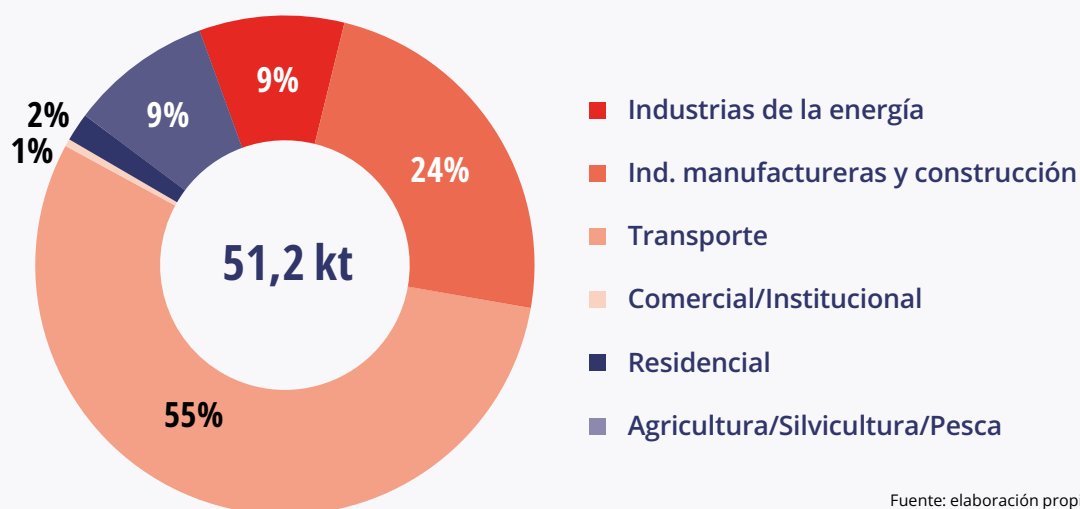
En el caso de las emisiones de N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) por quema de combustibles del sector Energía en 2022, las emisiones fueron originadas principalmente en el sector Industria manufacturera y de la construcción y Transporte. **Ver figura 3.4.**

FIGURA 3.4 Emisiones de N<sub>2</sub>O 2022 por subcategoría (%)



Las emisiones de NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno) tuvieron su principal contribución en el año 2022 a partir de la quema de combustibles fósiles principalmente en las categorías de transporte e industrias manufactureras y de la construcción. **Ver Figura 3.5.**

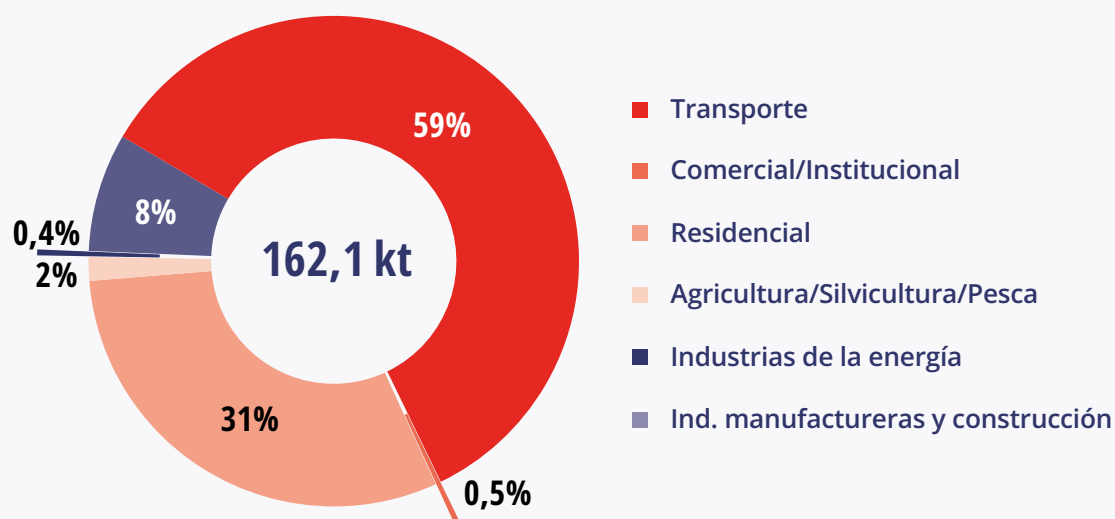
FIGURA 3.5 Emisiones de NO<sub>x</sub> 2022 por subcategoría (%)



### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Por su parte, las emisiones de CO (monóxido de carbono) correspondieron principalmente al sector transporte seguidas por las del sector residencial. Ver Figura 3.6.

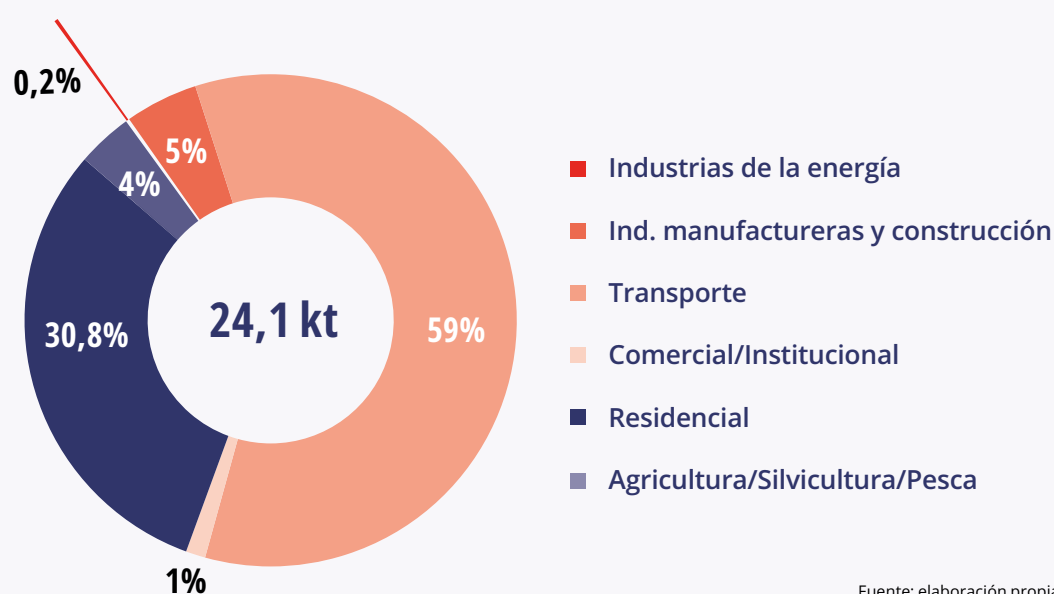
FIGURA 3.6 Emisiones de CO 2022 por subcategoría (%)



Fuente: elaboración propia

Las emisiones de COVDM (compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano) en el sector Energía, tuvieron su principal aporte en 2022 en la quema de combustibles en el sector Transporte seguido por la categoría residencial. Ver Figura 7.

FIGURA 3.7 Emisiones de COVDM 2022 por subcategoría (%)

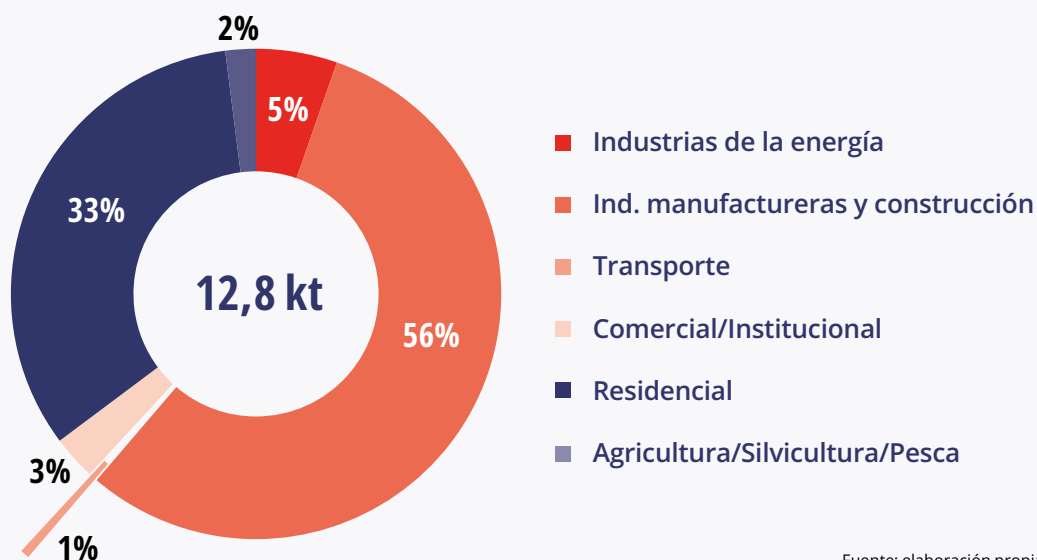


Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Finalmente, las emisiones de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre) en el año 2022 provinieron de la quema de combustibles, asociadas mayormente a las industrias manufactureras y de la construcción, seguido por el sector residencial. Ver Figura 3.8.

FIGURA 3.8 Emisiones de SO<sub>2</sub> 2022 por subcategoría (%)



#### 3.1.2. Tendencia de los GEI del sector

El total de emisiones de GEI del sector Energía presenta una gran variabilidad a lo largo de la serie 1990-2022 debido a las asociadas a la generación de energía eléctrica. El sector Energía alcanzó un máximo de emisiones en el año 2012 con 8.495,6 Kt de CO<sub>2</sub>-eq, 121% mayores a las de 1990. Para los siguientes años, la introducción de fuentes renovables no tradicionales, además de garantizar el suministro de electricidad a la población, redujo significativamente las emisiones, especialmente en años de baja hidraulicidad. Por otro lado, el aumento de la capacidad de potencia instalada, así como las inversiones en transmisión y conversión que interconectaron con Brasil, permitieron al país exportar energía eléctrica para responder a las necesidades de los países vecinos. En 2019, la exportación fue altamente renovable, por lo que no tuvo peso en las emisiones de generación eléctrica. Sin embargo, durante 2021, un año de baja hidraulicidad, la electricidad exportada a la región, que sufría también una gran sequía ese año, tuvo una mayor proporción de fósiles y resultó en un aumento de las emisiones de GEI. Las emisiones de generación eléctrica durante 2022 disminuyeron en comparación con 2021, debido a la menor demanda de electricidad del exterior y a mejores niveles hidráulicos por mayores precipitaciones.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

La categoría transporte ha sido históricamente el principal sector responsable de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq, superado únicamente por la categoría Industrias de la energía en el año 2008 producto de bajos niveles de energía hidráulica y su consecuente consumo de combustibles fósiles para generación.

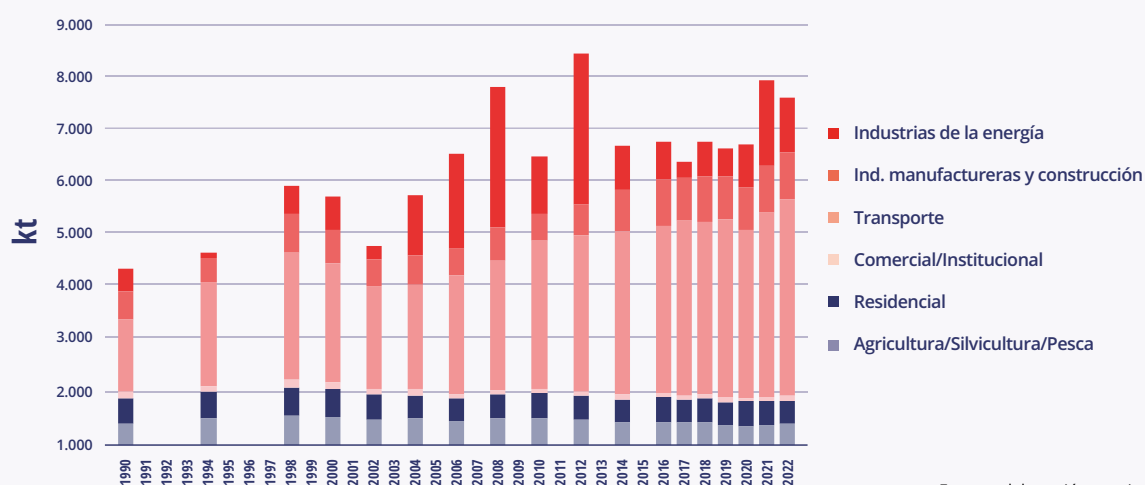
La Tabla 3.5 y la Figura 3.9 representan la evolución de las emisiones expresadas en CO<sub>2</sub>-eq por subcategoría para la serie 1990-2022.

**TABLA 3.5** Evolución de emisiones de GEI expresadas en CO<sub>2</sub>-eq por subcategoría (kt)

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
<b>1A. Quema de combustibles</b>	3842	4186	5626	4312	7788	8496	6599	6595	6444	6520	7914	7538
<b>1.A.1. Industrias de la energía</b>	509	121	600	281	3058	3277	831	761	610	933	1847	1173
<b>1.A.2. Ind. manufactureras y construcción</b>	588	503	848	568	712	667	990	986	927	907	1009	1027
<b>1.A.3. Transporte</b>	1571	2264	2765	2234	2826	3375	3636	3746	3867	3647	4009	4258
<b>1.A.4. Otros sectores</b>	1160	1275	1405	1224	1183	1164	1125	1090	1028	1022	1040	1069
1.A.4.a. Comercial/ Institucional	142	131	161	134	97	94	96	89	96	80	96	108
1.A.4.b. Residencial	566	566	599	544	513	515	545	505	508	529	527	516
1.A.4.c. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca	453	578	645	545	573	555	484	496	425	414	416	445
<b>1.A.5. Otros</b>	15	22	9	6	9	13	16	12	11	11	10	9
<b>1.B. Emisiones fugitivas</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>3842</b>	<b>4186</b>	<b>5626</b>	<b>4312</b>	<b>7788</b>	<b>8496</b>	<b>6599</b>	<b>6595</b>	<b>6444</b>	<b>6520</b>	<b>7914</b>	<b>7538</b>

Fuente: elaboración propia

**FIGURA 3.9** Evolución de emisiones de GEI expresadas en CO<sub>2</sub>-eq por subcategoría (kt)



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

### 3.1.2.1. Tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector

Tal como fue observado anteriormente, el CO<sub>2</sub> representa el 95% de las emisiones reportadas del sector energía, por lo que su evolución se comporta de igual modo que la del CO<sub>2</sub>-eq. Respecto a 1990, el aumento de emisiones de este gas para el año 2022 fue de 98%.

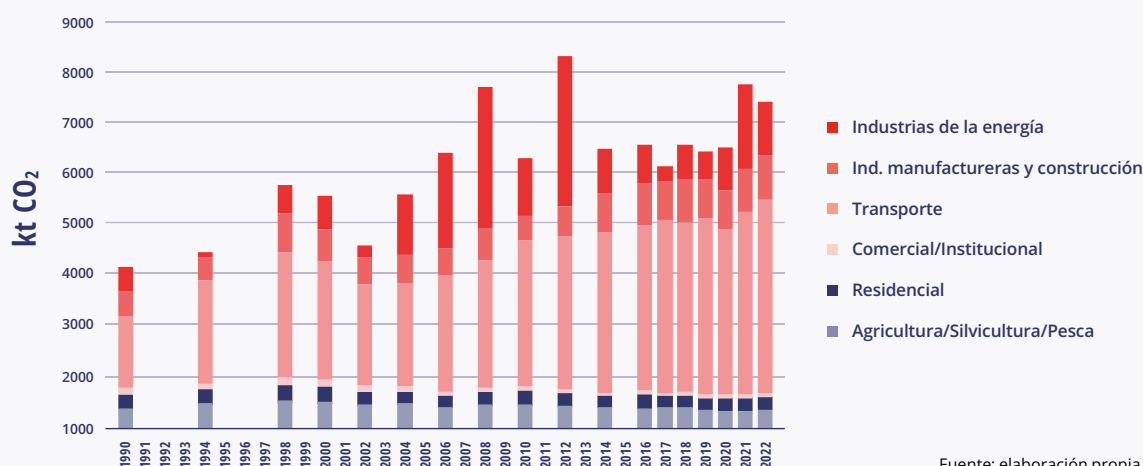
La Tabla 3.6 y la Figura 3.10 representan la evolución de las emisiones CO<sub>2</sub> expresadas en Kt por subcategoría para la serie 1990-2022.

**TABLA 3.6** Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> por subcategoría (kt), serie 1990-2022

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
<b>1A. Quema de combustibles</b>	3630	3953	5389	4098	7508	8187	6268	6258	6122	6197	7578	7197
<b>1.A.1. Industrias de la energía</b>	508	121	599	281	3050	3264	823	753	604	923	1833	1163
<b>1.A.2. Ind. manufactureras y construcción</b>	566	482	835	556	677	618	916	907	851	829	928	946
<b>1.A.3. Transporte</b>	1539	2220	2711	2193	2771	3307	3563	3671	3791	3575	3931	4176
<b>1.A.4. Otros sectores</b>	1003	1108	1235	1063	1001	984	950	915	865	859	876	902
1.A.4.a. Comercial/ Institucional	140	129	159	133	88	85	87	80	87	71	87	99
1.A.4.b. Residencial	445	445	478	423	396	399	428	389	391	412	411	400
1.A.4.c. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca	419	533	598	507	517	500	434	446	387	376	378	404
<b>1.A.5. Otros</b>	15	22	9	6	9	13	16	12	11	11	10	9
<b>1.B. Emisiones fugitivas</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>3630</b>	<b>3953</b>	<b>5389</b>	<b>4098</b>	<b>7508</b>	<b>8187</b>	<b>6268</b>	<b>6258</b>	<b>6122</b>	<b>6197</b>	<b>7578</b>	<b>7197</b>

Fuente: elaboración propia

**FIGURA 3.10** Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> por subcategoría (kt), serie 1990-2022



## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

### 3.1.2.2. Tendencia de las emisiones de CH<sub>4</sub> del sector

El sector de mayor contribución a las emisiones de metano en todo el período en estudio ha sido el residencial, asociado a la quema de biomasa. Si bien las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa se presentan como partidas informativas, las emisiones de GEI distintos a CO<sub>2</sub> se estiman e incluyen en los totales del sector Energía. Respecto a 1990, el aumento de emisiones de este gas para el año 2022 fue de 16.4%.

La **Tabla 3.7** y la **Figura 3.11** representan la evolución de las emisiones CH<sub>4</sub> expresadas en kt por subcategoría para la serie 1990-2022.

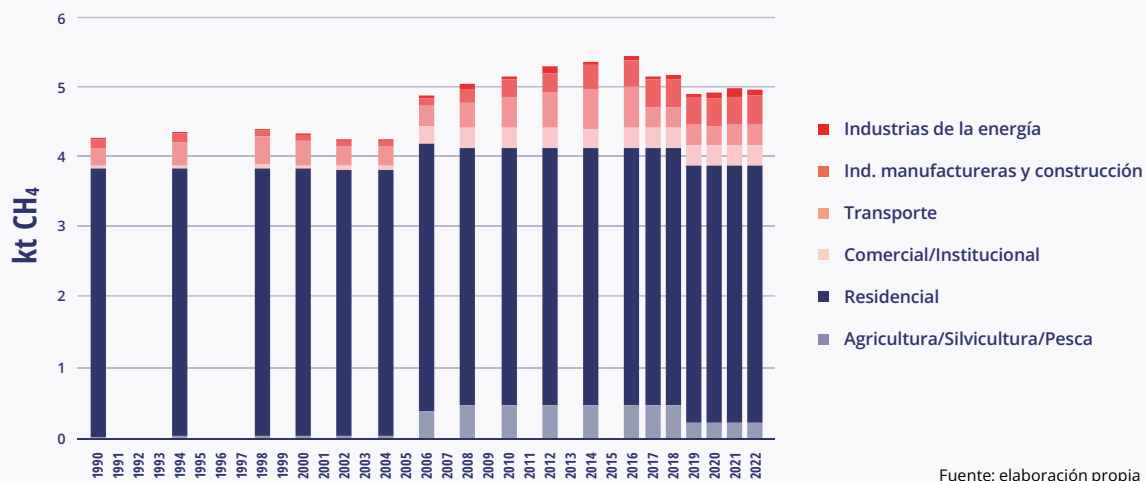
**TABLA 3.7** Evolución de emisiones de CH<sub>4</sub> por subcategoría (kt)

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
<b>1A. Quema de combustibles</b>	4,3	4,4	4,4	4,3	5,1	5,3	5,5	5,2	4,9	4,9	5,0	5,0
<b>1.A.1. Industrias de la energía</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
<b>1.A.2. Ind. manufactureras y construcción</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>1.A.3. Transporte</b>	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>1.A.4. Otros sectores</b>	3,9	3,9	3,9	3,9	4,5	4,5	4,4	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2
1.A.4.a. Comercial/ Institucional	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1.A.4.b. Residencial	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
1.A.4.c. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>1.A.5. Otros</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1.B. Emisiones fugitivas</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,3</b>	<b>5,1</b>	<b>5,3</b>	<b>5,5</b>	<b>5,2</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>	<b>5,0</b>

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

FIGURA 3.11 Evolución de emisiones de CH<sub>4</sub> por subcategoría (kt) 2022



Fuente: elaboración propia

### 3.1.2.3. Tendencia de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector

El sector de mayor contribución a las emisiones de óxido nitroso ha variado a lo largo de la serie, siendo al comienzo de esta Agricultura, silvicultura y pesca y a partir del 2012 los subsectores transporte e industria manufacturera y de la construcción en proporciones similares. Respecto a 1990, el aumento de emisiones de este gas para el año 2022 fue de 117%.

La **Tabla 3.8** y la **Figura 3.12** representan la evolución de las emisiones N<sub>2</sub>O expresadas en Kt por subcategoría para la serie 1990-2022.

A diferencia de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, las emisiones de N<sub>2</sub>O se incrementaron en los últimos años asociadas a la actividad de quema de combustible en la categoría transporte.

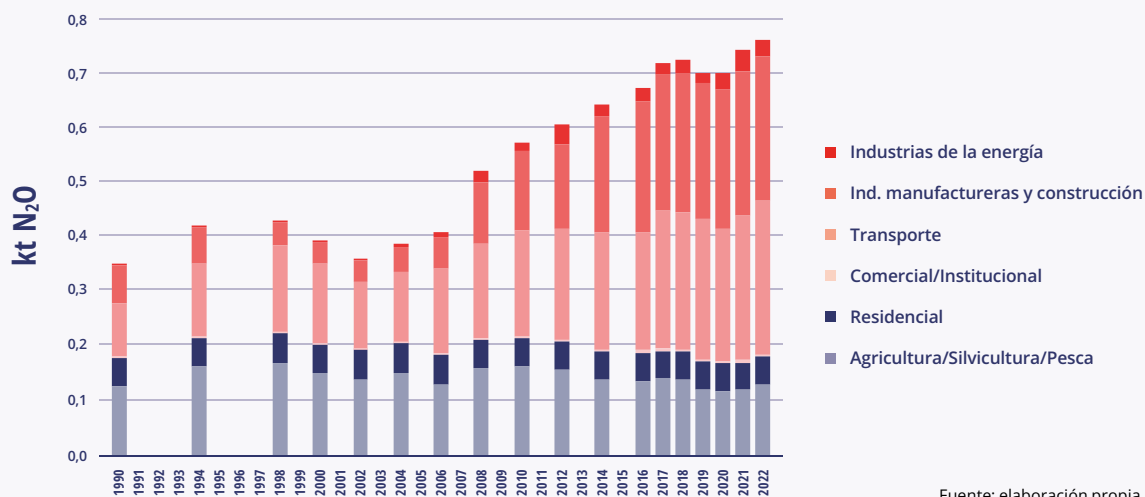
### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.8 Evolución de emisiones de N<sub>2</sub>O por subcategoría (kt)

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
<b>1A. Quema de combustibles</b>	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
1A.1. Industrias de la energía	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1A.2. Ind. manufactureras y construcción	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
1A.3. Transporte	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
1A.4. Otros sectores	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1A.4.a. Comercial/ Institucional	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1A.4.b. Residencial	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1A.4.c. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1A.5. Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1.B. Emisiones fugitivas</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>

Fuente: elaboración propia

FIGURA 3.12 Evolución de emisiones de N<sub>2</sub>O por subcategoría (Kt) 2022



Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

### 3.1.2.4. Tendencia de las emisiones de gases precursores y SO<sub>2</sub>

La evolución de las emisiones de los gases precursores de ozono (CO, NOx y COVDM), presenta un aumento a lo largo de todo el período a excepción de los años 2002 y 2020. En los tres casos, el crecimiento neto para el año 2022 respecto 1990 fue significativo, de 88% para COVDM, 133% para NOx y 75% para CO.

Por otra parte, para el año 2022, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) fue el único gas que registró un descenso en sus emisiones respecto al año 1990 (65%). Este descenso comenzó a partir del año 2014 cuando comenzó a operar la planta desulfuradora en la refinería de petróleo. Esto permitió producir combustibles con bajo contenido de azufre.

La **Tabla 3.9** y la **Figura 3.13** representan la evolución de las emisiones de los gases precursores de ozono (CO, NOx y COVDM) y de SO<sub>2</sub> expresadas en Kt para la serie 1990-2022.

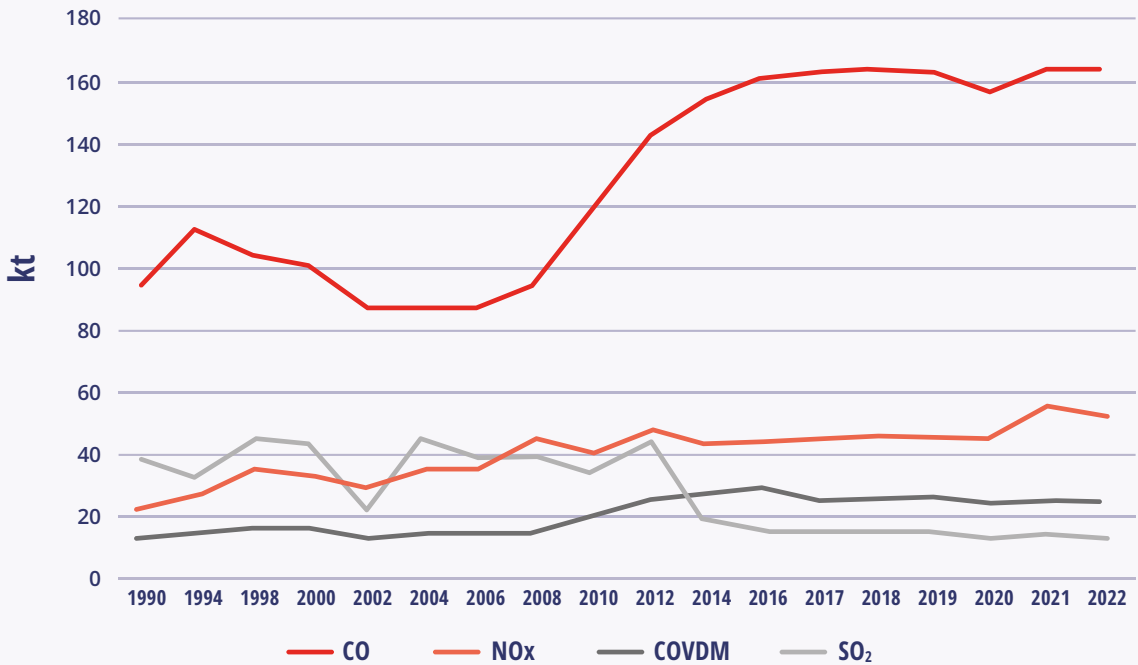
**TABLA 3.9** Evolución de emisiones de los gases precursores de ozono (CO, NOx y COVDM) y de SO<sub>2</sub> (kt)

AÑO	Emisiones (Kt)			
	NOx	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
1990	22,1	92,7	13,0	37,6
1994	26,4	110,5	14,3	31,7
1998	34,0	103,0	15,9	44,2
2000	32,6	99,1	15,3	42,3
2002	28,8	86,8	13,4	20,7
2004	34,1	86,0	14,0	44,4
2006	34,4	86,2	13,7	38,2
2008	44,9	94,0	14,7	38,6
2010	39,2	116,4	19,5	33,3
2012	46,9	141,1	25,2	43,7
2014	42,3	152,5	27,3	18,7
2016	43,3	159,3	28,5	14,7
2017	43,6	161,5	25,0	14,1
2018	44,9	161,7	25,5	14,8
2019	44,7	160,7	25,4	14,6
2020	44,1	154,5	23,5	12,6
2021	54,2	162,4	24,5	14,0
2022	51,2	162,1	24,1	12,9

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

FIGURA 3.13 Evolución de emisiones de los gases precursores de ozono (CO, NOx y COVDM) y de SO<sub>2</sub> (kt)



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

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

#### 3.2.1. Aspectos metodológicos generales del sector

En esta categoría se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de la quema de combustibles (fósiles y biomasa). Para los propósitos del inventario, la quema de combustibles se puede definir como la oxidación intencional de materiales en un dispositivo diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso o para utilizar fuera de éste. El propósito de esta definición es diferenciar la quema de combustibles para diversos usos productivos de la energía del calor liberado por el uso de hidrocarburos en las reacciones químicas de los procesos industriales o de su uso como productos industriales.

Los datos de actividad (consumo de combustibles) utilizados para la estimación de las emisiones de toda la serie temporal provienen del Balance Energético Nacional 2022 publicado por el área de Planificación, Estadística y Balance de DNE/MIEM y archivos de trabajo relacionados, disponible en la página web del BEN<sup>14</sup>. Las emisiones se estimaron de acuerdo las Directrices del IPCC de 2006 utilizando el software de Inventario de IPCC versión 2.93 y planillas auxiliares. En el apartado de cada categoría se detallan sus aspectos específicos.

Para la estimación de las emisiones de los gases precursores y SO<sub>2</sub> se elaboraron planillas de cálculo auxiliares.

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones de GEI corresponden a las directrices del IPCC 2006 para los gases directos, mientras que para los gases precursores corresponden a las Directrices EMEP/EEA 2019.

Por su parte, para el cálculo de emisiones de SO<sub>2</sub> se determinaron factores de emisión utilizando valores nacionales de contenido de azufre y poder calorífico para los combustibles fósiles, así como valores por defecto de las Directrices IPCC 1996 revisadas para la biomasa.

Los valores y fuentes de los factores de emisión utilizados en el sector Energía se presentan en el ANEXO 5.

En la siguiente tabla se presentan las subcategorías provenientes de fuentes estacionarias y móviles evaluadas:

---

<sup>14</sup> <https://ben.miem.gub.uy/antecedentes.php>

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.10 Subcategorías dentro de actividades de quema del combustible

AÑO	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero
1.A.	<b>Actividades de quema del combustible</b>
1.A.1.	<b>Industrias de la energía</b>
1.A.1.a	Producción de electricidad y calor
1.A.1.b	Refinación del petróleo
1.A.2.	<b>Industrias manufactureras y de la construcción</b>
1.A.2.c.	Química
1.A.2.d.	Imprenta, Papel y Celulosa
1.A.2.e.	Alimentos, Bebidas y Tabaco
1.A.2.f.	Minerales no metálicos
1.A.2.i.	Minería (excluyendo combustibles)
1.A.2.j.	Madera y productos de madera
1.A.2.k.	Construcción
1.A.2.l.	Textil y cueros
1.A.2.m.	Industria no especificada
1.A.3.	<b>Transporte</b>
1.A.3.a.	Aviación civil
1.A.3.b.	Transporte terrestre
1.A.3.b.i.	Autos
1.A.3.b.ii.	Camionetas
1.A.3.b.iii.	Camiones y buses
1.A.3.b.iv.	Motos
1.A.3.c.	Ferrocarriles
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte
1.A.4.	<b>Otros sectores</b>
1.A.4.a.	Comercial / Institucional
1.A.4.b.	Residencial
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / pesca
1.A.4.c.i.	Estacionaria
1.A.4.c.ii.	Vehículos todo terreno y otra maquinaria
1.A.4.c.iii.	Pesca (combustión móvil)
1.A.5.	<b>No especificado</b>

Fuente: elaboración propia

La evolución de emisiones corresponde a la expresada en **Tabla 3.4**. Esto se debe a que no ocurre actividad en la categoría: 1.C. - Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono y la categoría: 1.B. - Emisiones fugitivas de los combustibles no es estimada por insignificancia.

## CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

### 3.2.2. Principales cambios introducidos

Durante el proceso de cálculo de emisiones de GEI del sector Energía, así como en el proceso de control de calidad de los resultados, se identificaron una serie de correcciones y mejoras tanto en los datos de actividad, en los factores de emisión utilizados, así como en la propia metodología de cálculo. A continuación, se detallan las mejoras incorporadas en la presente edición del INGEI:

- Revisión de datos de actividad y de factores de emisión utilizados en GEI directos de serie histórica 1990-2020.
- Se realiza una nueva apertura del combustible Residuos Industriales en base a información sobre su composición. Esto permite realizar un nuevo ponderado de su factor de emisión y estimar emisiones asociadas a este combustible con mayor exactitud. Se corrige el factor de emisión para la subcategoría 1.A.2.f. - Minerales no metálicos y para la serie 2012 en adelante.
- En la edición de BEN 2022 se realizó una mejora en la estimación del consumo de queroseno del sector residencial. Esto implicó que se imputara un valor de consumo de queroseno en la categoría no identificado, al considerar que no se puede clasificar en ningún otro sector por falta de información. Esta corrección a nivel de datos de actividad, implicó una modificación en las emisiones de la serie de 2006-2020 en las categorías 1.A.4.b. - Residencial y la 1.A.5. - No especificado.

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

La comparación entre las emisiones del consumo de combustibles estimadas según el método sectorial y el método de referencia se realiza con el fin de garantizar que ambos cálculos no presenten discrepancias de gran magnitud. La diferencia no debe superar el 5%, según establece la Guía IPCC 2006: sección 6.8, capítulo 6, volumen 2.

La estimación del presente informe se realiza aplicando el Método sectorial, o también llamado desde abajo hacia arriba, que toma en cuenta los consumos finales de los combustibles a nivel sectorial, subsectorial y por actividad. Para dicho método se requiere una cantidad importante de información sobre los consumos de combustible en cada actividad y sobre el tipo de tecnología utilizada. Por otro lado, también se ha realizado la estimación de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub> aplicando el Método de referencia, o también denominado desde arriba hacia abajo. Es un método directo que utiliza datos de producción, importación, exportación y variaciones de inventario para el cálculo de un consumo aparente de los combustibles. El mismo permite realizar una verificación cruzada de los resultados. Para el año 2022, el resultado obtenido a través de la aplicación del método de referencia fue de 7.344 kt de CO<sub>2</sub>, mientras que el obtenido aplicando el método sectorial fue menor, 7.197 kt de CO<sub>2</sub>. La diferencia en las estimaciones obtenidas por uno y otro método es del 2%. Se considera una diferencia aceptable según la Guía del IPCC. **Ver Tabla 3.11.**

En **ANEXO III** se presenta con mayor detalle la comparación de ambos métodos.

CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.11 Comparación entre métodos: emisiones de CO<sub>2</sub> del método sectorial y de referencia (kt)

Método	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kt), 2022
Referencia	7.344
Sectorial	7.197
Diferencia	147
Diferencia %	2%

Fuente: elaboración propia

3.2.4 Partidas Informativas

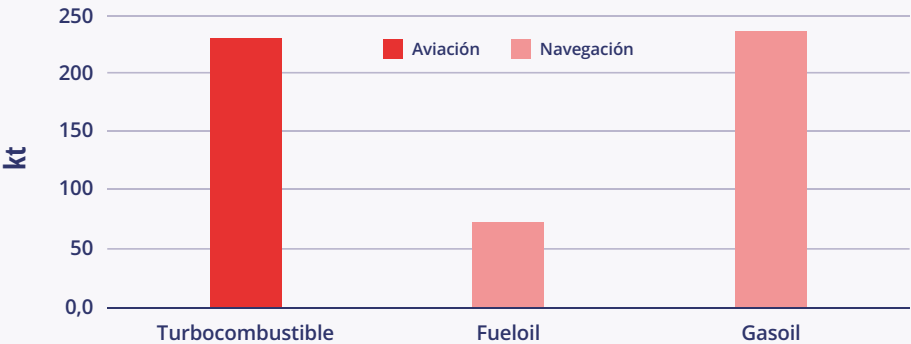
Bajo esta denominación se incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del Transporte marítimo y aéreo internacional (Bunkers internacionales) y las emisiones de dióxido de carbono provenientes de las actividades de quema de biomasa con fines energéticos. Estas emisiones, de acuerdo a la metodología utilizada para la elaboración de los inventarios, no se suman a los totales del sector Energía, sino que se presentan por separado con fines exclusivamente informativos.

3.2.4.1. Combustibles de bunkers internacionales

En la categoría bunkers internacionales se informan emisiones de GEI provenientes de combustibles utilizados para navegación marítima y fluvial como para aviación. Incluyen viajes que salen desde un país y llegan a otro.

Para el año 2022, las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los bunkers internacionales fueron 532 kt y representaron un 7% respecto al total de emisiones del sector Energía. El 57% de estas emisiones se originaron en la navegación marítima y fluvial internacional, a través del consumo de gasoil (235 kt) y fueloil (69 kt). El restante 43% provino de la aviación internacional y se originó mayoritariamente por el consumo de turbocombustible (227 kt). Ver Figura 3.14.

FIGURA 3.14 Emisiones de CO<sub>2</sub> - Bunkers internacionales 2022 (kt)



Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

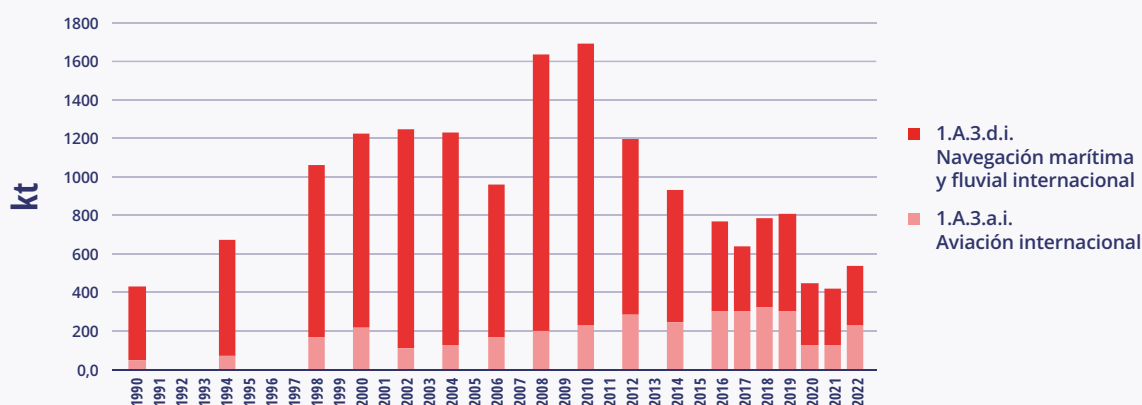
La Tabla 3.12 y la Figura 3.15 representan la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq de Bunkers internacionales expresadas en kt para la serie 1990-2022.

TABLA 3.12 Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq Bunkers (kt)

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.3.a.i. Aviación internacional	54	75	168	113	200	286	300	326	303	132	132	229
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional	376	597	887	1126	1424	903	465	459	503	315	288	307
<b>Bunkers internacionales: Total</b>	<b>431</b>	<b>672</b>	<b>1055</b>	<b>1239</b>	<b>1624</b>	<b>1189</b>	<b>765</b>	<b>785</b>	<b>806</b>	<b>447</b>	<b>419</b>	<b>536</b>

Fuente: elaboración propia

FIGURA 3.15 Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq Bunkers (kt)



Fuente: elaboración propia

La variación de la evolución de las emisiones se encuentra principalmente asociada a la actividad de navegación marítima internacional y al consumo de gasoil en esta sub-categoría.

#### 3.2.4.2. Emisiones de CO<sub>2</sub> biogénicas

Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de biomasa no se contabilizan dentro de los totales del sector Energía, a pesar de estar frente a una clara actividad de quema con fines energéticos. La razón por la cual éstas no se suman a los totales del sector Energía es que, paralelamente a la ocurrencia de emisiones de este gas (cuando se quema biomasa), existe un proceso de absorción del mismo (a través de la fotosíntesis) que realizan las especies vegetales durante su crecimiento y que

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

es conveniente evaluarlos conjuntamente, para no extraer conclusiones erróneas a partir de resultados parciales. Por lo tanto, el cálculo y la evaluación acerca de las magnitudes relativas de estos dos procesos (emisión y absorción de la biomasa) se realizan en el sector UTCUTS. El resultado allí obtenido (emisiones netas de CO<sub>2</sub> a partir de la biomasa) es el que se contabiliza en los Totales Nacionales de emisiones de este gas. Cabe destacar que las emisiones de GEI distintos a CO<sub>2</sub> sí se estiman e incluyen en los totales del sector Energía, como se ha venido desarrollando a lo largo del presente informe, porque su efecto es adicional a los cambios de las existencias estimados en el sector UTCUTS.

Sin embargo, es interesante conocer la distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> según los sectores en los que se queman los distintos combustibles de esta naturaleza, así como la contribución relativa de cada uno de éstos a la hora de establecer medidas de mitigación de las emisiones (sustitución de estos combustibles, cambio de tecnologías, etc.).

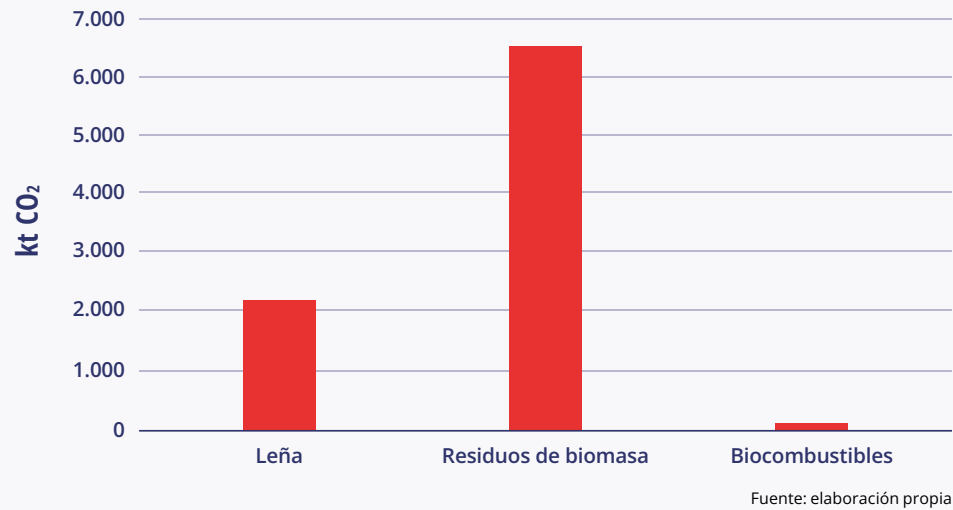
En el año 2022, las emisiones asociadas a la quema de biomasa fueron de 8.910 Kt de CO<sub>2</sub>; valor que representa un 124% comparado al total del sector Energía. Las industrias manufactureras fueron la principal categoría de emisión de CO<sub>2</sub> (75%), debido principalmente a la quema de licor negro, leña y otros residuos de biomasa (cáscara de arroz, bagazo, etc.) en calderas para la generación de vapor para procesos productivos y generación de electricidad de autoproducción. El sector residencial fue el segundo contribuyente (15%) debido principalmente a la quema de leña para calefacción. Por su parte, la categoría industrias de la energía contribuyó con el 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de licor negro y otros residuos de biomasa y el sector transporte aportó el 1,6% debido al consumo de biocombustibles en el transporte terrestre. Por último, la categoría Agricultura/silvicultura/pesca aportó menos de 1% de las emisiones de dicho gas a través del uso de leña en fuentes estacionarias.

En cuanto a los energéticos, los residuos de biomasa ocuparon el primer lugar en 2022 y generaron el 74% de las emisiones de CO<sub>2</sub> (6.571 Kt), seguidos por la leña con un 25% (2.198 kt). El 2% (141 kt) restante provino del consumo de biocombustibles. **Ver figura 3.16.**



CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

FIGURA 3.16 Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de biomasa 2022 (kt)



La Tabla 3.13 y la Figura 3.17 representan la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> biogénicas expresadas en kt para la serie 1990-2022.

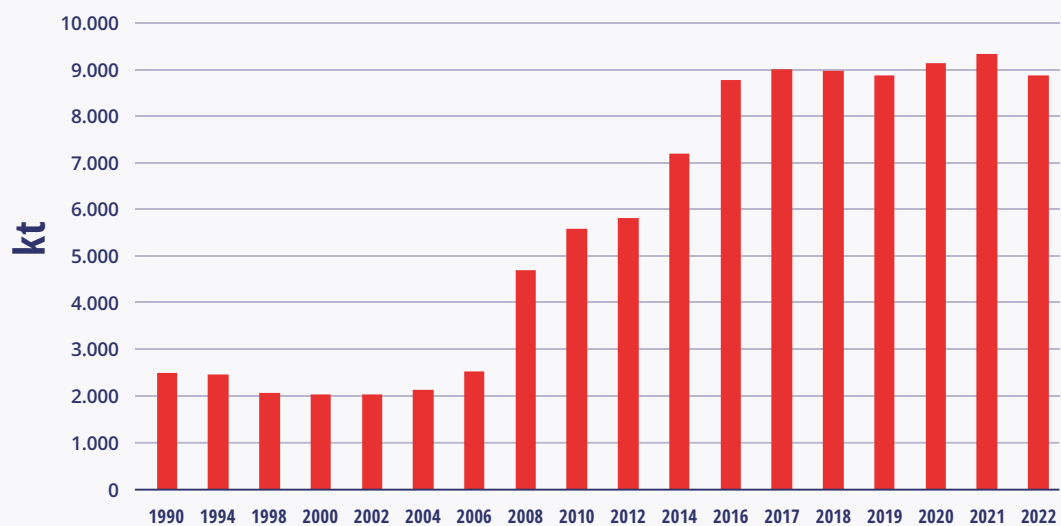
TABLA 3.13 Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> biogénicas (kt)

Categoría	1990	1994	1998	2002	2008	2012	2016	2018	2019	2020	2021	2022
CO <sub>2</sub> generado por quema de biomasa	2512	2484	2068	2042	4711	5853	8828	9039	8939	9175	9389	8910

Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

FIGURA 3.17 Evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> biogénicas (kt)



Fuente: elaboración propia

La variación en la evolución de la serie se relaciona con el aumento de consumo de licor negro (asociados al consumo de las plantas de celulosa en los años 2008 y 2015) y otros residuos de biomasa.

#### 3.2.5. Materias primas y uso no energético de combustibles

El principal uso no energético de combustibles para el año 2022 está representado por asfaltos (y/o mezclas bituminosas) seguido por lubricantes. El total del consumo energético sectorial de origen fósil es de 99.185 TJ, por lo que el consumo no energético representa un 4,5% del total.

La siguiente tabla representa un detalle de los combustibles para uso no energéticos expresados en TJ. Ver **Tabla 3.14** y **Figura 3.18**.

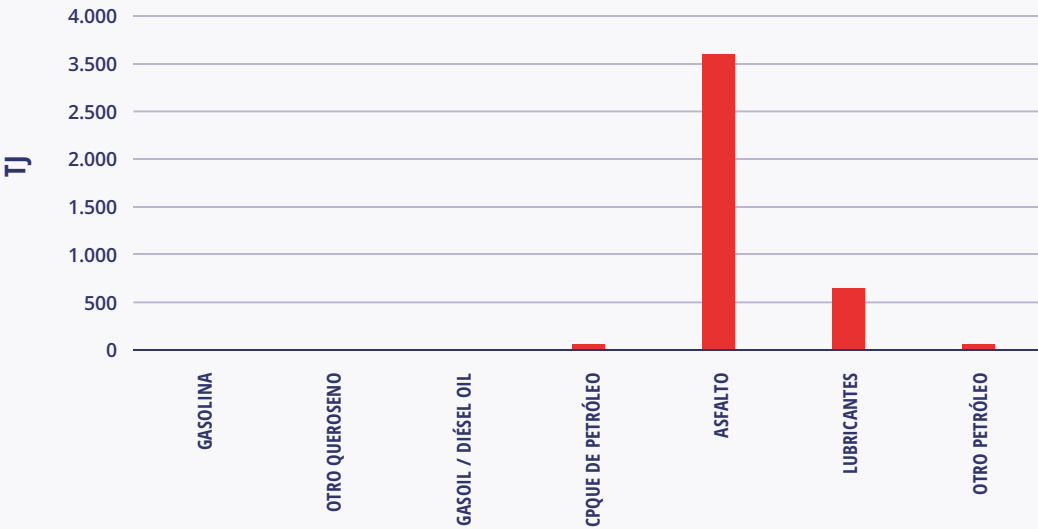
CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.14 Materias primas y uso no energético de combustibles

Combustible	Consumo no energético (TJ)
Gasolina	4
Otro queroseno	4
Gasoil/Diésel oil	4
Coque de petróleo	38
Asfalto	3.641
Lunricantes	721
Otro petróleo	83
Total	4495

Fuente: elaboración propia

FIGURA 3.18 Materias primas y uso no energético de combustibles



Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.6. Sub-Categorías de Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)

##### 3.2.6.1. Industrias de la energía (CRT 1.A.1.)

En esta categoría se incluyen las emisiones de los combustibles quemados por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética. Esta categoría se desagrega a su vez en varias subcategorías de las cuales solamente aplican a la realidad uruguaya la producción de electricidad (1.A.1.a) y la refinación de petróleo (1.A.1.b).

En la subcategoría producción de electricidad se consideran las emisiones derivadas de la quema de combustibles para generación de electricidad que ingresa el Sistema Interconectado Nacional (SIN), ya sea para consumo local o para exportación; las emisiones derivadas de la autoproducción de electricidad no se estiman en esta categoría (más adelante se verá que quedan contempladas en el subsector industrial en que se generan).

Como fue mencionado anteriormente, es esta subcategoría la responsable de la mayor variabilidad en la serie de emisiones del sector energético a lo largo de los años. Para el año 2022 se destaca que la capacidad instalada de Uruguay fue 76% de fuentes renovables y el restante 24% de fuentes fósiles. En cuanto a la matriz de generación de electricidad fue de un 91% renovable.

En lo correspondiente a la subcategoría refinación de petróleo, allí se estiman las emisiones derivadas de todas las actividades de combustión que respaldan la refinación de los productos de petróleo. La refinería cuenta con una capacidad instalada de 8.000 m<sup>3</sup>/día y produce gasoil, gasolinas, fueloil, gas licuado de petróleo (GLP) y turbocombustibles entre otros productos.

Para esta subcategoría y las siguientes se analizará en detalle las emisiones de CO<sub>2</sub> por su relevancia en el total de emisiones.

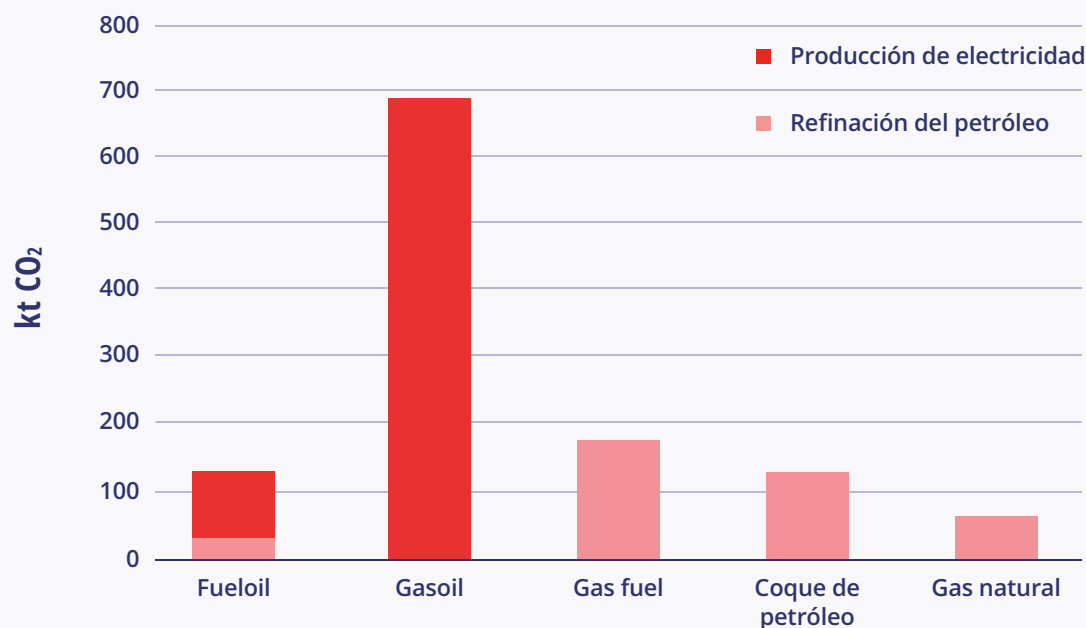
Para el año 2022 el total de emisiones de CO<sub>2</sub> correspondiente a las Industrias de la energía fue de 1.163 kt, representando el 16% del total del sector Energía y distribuyéndose de la siguiente forma: 68% en la producción de electricidad y calor y de 32% asociadas a la refinación del petróleo.

En la producción de electricidad el principal aporte al total de emisiones en 2022 fue debido al consumo de gasoil (689 kt CO<sub>2</sub>) complementado por el de fueloil (103 kt CO<sub>2</sub>). Por su parte, en las actividades asociadas a la refinación del petróleo, la mayor contribución al total de emisiones de CO<sub>2</sub> se debió a la quema de gas de refinería

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

(165 kt) seguido por coque de petróleo (117 kt), gas natural (50 kt) y fueloil (30 kt). En menor medida, se registraron emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la quema de gasoil, GLP y gasolina (10 kt en conjunto). Ver Figura 3.19.

FIGURA 3.19 Emisiones Industrias de la energía (1.A.1.) por combustible (kt)



Fuente: elaboración propia

Respecto a los GEI diferentes al CO<sub>2</sub> emitidos por las Industrias de la energía, cabe destacar la contribución a las emisiones de NO<sub>x</sub> que significaron el 9% respecto del total del sector Energía y la de SO<sub>2</sub>, que fue de 5%. Para el resto de los GEI (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO y COVDM) los aportes de las Industrias de la energía a las emisiones de dichos gases fueron menores al 5%.

#### 3.2.6.1.1. Aspectos metodológicos Industrias de la energía (CRT 1.A.1.)

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta categoría se aplicaron métodos Nivel 1 y 2/3 de las directrices del IPCC 2006, según combustible y tecnología utilizada para su quema. En los casos que se especifica Tier 2/3 es debido a que si bien se identifica la tecnología que se utiliza en el país, los FE no son específicos nacionales, sino que se obtienen de una referencia en las guías.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (**ver Ecuación 1.1**). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible.

Por su parte, para el cálculo de emisiones de  $\text{SO}_2$  se determinaron factores de emisión (kg/TJ) utilizando valores nacionales de contenido de azufre y poder calorífico para los combustibles fósiles, así como valores por defecto de las Directrices IPCC 1996 revisadas para la biomasa. Para el licor negro se obtiene el factor de emisión utilizando información de consumo total de energía en TJ y el total de  $\text{SO}_2$  emitido en la declaración de emisiones por empresa presentado a las autoridades ambientales.

Los datos de actividad para todos los combustibles, tanto para esta como para las demás categorías, se obtienen del BEN e información complementaria del mismo, los cuales se pueden observar además en las tablas CRT anexas. De igual forma, los factores de emisión, así como su fuente de información, tanto para esta como para las demás categorías, se pueden encontrar en el ANEXO 5.

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

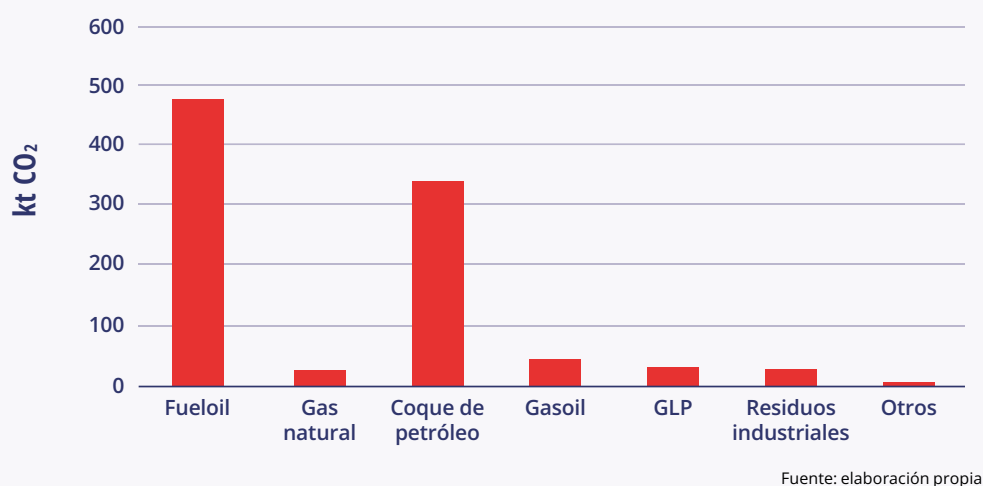
La categoría Industrias manufactureras y de la construcción abarca las emisiones producidas por la quema de combustibles en la industria, principalmente en calderas y hornos para generar el calor requerido en los procesos productivos. Incluye asimismo la quema para la generación de electricidad para el uso propio de estas industrias, de acuerdo a la metodología del IPCC. Esta categoría se desagrega por subsector industrial. El BEN (fuente de datos de actividad) presenta una apertura por sector industrial no exactamente idéntica a la de las directrices del IPCC. Ambas aperturas se correlacionan de la siguiente manera:

- 1.A.2.c. - Química – química, caucho y plástico
- 1.A.2.d. - Imprenta, Papel y Celulosa – papel y celulosa
- 1.A.2.e. - Alimentos, Bebida y Tabaco – frigoríficos, lácteos, molinos, otras alimenticias, bebidas y tabaco
- 1.A.2.f. - Minerales no metálicos – cemento
- 1.A.2.i. - Minería (excluyendo combustibles) – ver nota al final de esta sección
- 1.A.2.j. - Madera y productos de madera – madera
- 1.A.2.k. - Construcción – otras manufactureras y construcción
- 1.A.2.l. - Textil y cueros – textiles, cuero
- 1.A.2.m. - Industria no especificada – incluye las emisiones de la quema de todos los combustibles que no pueden ser adjudicados a ningún subsector específico.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

A través de los consumos correspondientes a las actividades de producción industrial, incluyendo la construcción, se generaron 946 kt de CO<sub>2</sub> en 2022, representando el 13% del total de las emisiones de este gas del sector Energía. Las mismas derivaron esencialmente de la quema de fueloil (50%), a las que le siguieron las emisiones provenientes del coque de petróleo (36%), gasoil (4%), residuos industriales (3%), gas natural (3%), GLP (3%), y carbón mineral, gasolina y coque de carbón con un aporte insignificante. Es de destacar que en 2022 volvió a registrarse consumo de carbón mineral con fines energéticos en la industria, en particular, la cementera, después de 14 años de uso exclusivamente no energético y casi despreciable. Ver figura 3.20.

**FIGURA 3.20** Emisiones de CO<sub>2</sub> de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) por combustible (kt)

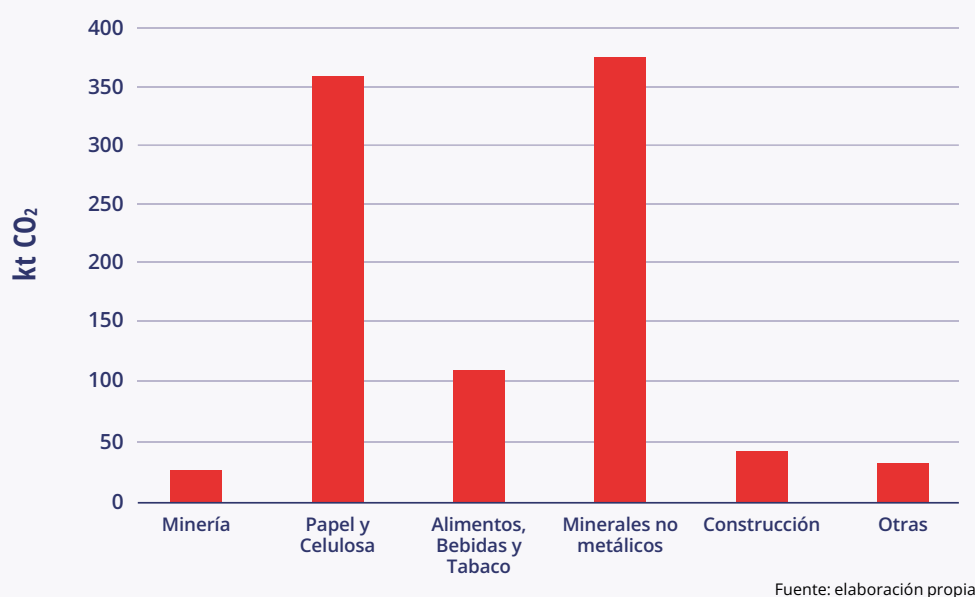


### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Respecto a los GEI diferentes al CO<sub>2</sub> emitidos por las Industrias manufactureras y de la construcción, cabe destacar la contribución a las emisiones de SO<sub>2</sub>, que constituyeron en 2022 el 56% de las emisiones totales de este gas para el sector Energía, principalmente debidas a la quema de coque de petróleo en la industria del cemento, del fueloil en la industria del papel y celulosa y de la leña en las industrias alimenticias, de bebidas y tabaco. Asimismo, el aporte del sector industrial a las emisiones totales de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> fue significativo (35% y 24%, respectivamente). Para el resto de los GEI (CH<sub>4</sub>, CO y COVDM) las contribuciones de esta categoría fueron menores al 10%.

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> por subsector, el sector mineral no metálicos y el sector de papel y celulosa representaron el 39% y 38% respectivamente, seguidos por un 12% del sector alimentos, bebidas y tabaco y en un porcentaje menor a 5% el resto de las categorías. Ver Figura 3.21.

**FIGURA 3.21** Emisiones de CO<sub>2</sub> de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) por sub-sector (kt)



En lo correspondiente al resto de los gases directos (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), la industria del papel y celulosa registró el mayor porcentaje de emisiones de la categoría, superando en ambos casos el 45%. Este subsector fue también el mayor emisor de los gases indirectos, mientras que los sectores de minerales no metálicos y alimentos, bebidas y tabaco registraron la mayor cantidad de emisiones de SO<sub>2</sub>.



### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.6.2.1. Aspectos metodológicos

En todos los casos, las emisiones de los GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (**ver Ecuación 1.1**). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible. Los datos de actividad para todos los combustibles se obtienen del BEN e información complementaria del mismo. En el caso de los residuos de biomasa, la estimación de emisiones de GEI se realiza considerando de manera independiente el licor negro del resto de dichos residuos, por disponer de factores de emisión diferentes. En el marco del BEN, los datos de consumo de residuos de biomasa se publican de manera agregada por secreto estadístico.

Para la estimación de las emisiones de los gases se aplicaron métodos Nivel 1 y 2/3 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible y la tecnología utilizados para su quema. También se utilizan resultados del Balance Nacional de Energía Útil del sector industrial (BNEU industrial) 2016<sup>15</sup>, estudio estadístico realizado por el MIEM, que tiene como objetivo la caracterización de los consumos y usos de las distintas fuentes que componen la matriz energética del sector industrial de Uruguay en términos de energía neta y rendimientos asociados a su utilización, lo que permite determinar la energía útil.

Estos resultados se utilizan para una mejor selección de los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de algunos combustibles de acuerdo al uso principal de estos en cada subsector industrial. Esto permite utilizar un nivel T 2/3 en lugar de un T1 para el caso del CH<sub>4</sub> y/o el N<sub>2</sub>O en algunos de ellos. En los casos que se especifica Tier 2/3 es debido a que si bien se identifica la tecnología que se utiliza en el país, los FE no son específicos nacionales, si no que se obtienen de una referencia en las guías.

Para el cálculo de emisiones de SO<sub>2</sub> se determinaron factores de emisión (kg/TJ) utilizando valores nacionales de contenido de azufre y poder calorífico para los combustibles fósiles, así como valores por defecto de las Directrices IPCC 1996 revisadas para la biomasa. Para el licor negro se obtiene el factor de emisión utilizando información de consumo total de energía en TJ y el total de SO<sub>2</sub> emitido en la declaración de emisiones por empresa presentado a las autoridades ambientales.

Para el caso de los biocombustibles (biodiésel y bioetanol), el BEN reporta sus consumos de forma separada de los combustibles fósiles con los cuales son mezclados. Esto significa que, para los datos de actividad contemplados en este estudio, sus fracciones biogénicas son del 100%. De esta manera, al igual que para el resto de las fuentes de

<sup>15</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/balance-nacional-energia-util-del-sector-industrial-datos-2016>

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

energía asociadas a la biomasa, se estiman las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero se presentan como partida informativa a diferencia del CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (gases contabilizados en el Sector Energía).

Tal como fue mencionado previamente, las emisiones de la quema de combustibles para autoproducción de electricidad se cuentan en esta categoría. En la matriz del BEN se encuentra una fila llamada “centrales eléctricas autoproducción” con los consumos de los combustibles para este fin. Dado que el consumo que aparece como de residuos de biomasa es en su inmensa mayoría licor negro utilizado en las plantas de celulosa, se incluye en su totalidad en la subcategoría Papel, imprenta y Celulosa. Por otra parte, el resto de los consumos para autoproducción de electricidad quedan en la categoría Industria no especificada.

Las categorías 1.A.2.a,b,g y h referidas a las industrias de hierro y acero, metales no ferrosos, equipos de transporte y maquinaria respectivamente representan un consumo marginal en la estructura industrial del país. Por este motivo, no se cuenta con sus datos de actividad desagregados. Sus emisiones, en caso de existir, quedan contempladas en la categoría 1.A.2.m. - Industria no especificada.

En lo que respecta al consumo de gasoil, en cada subsector se descontó el consumo asociado a transporte interno utilizando los resultados del BNEU industrial 2016, el cual se separa y se contabiliza en la categoría Otro tipo de transporte. Estos se presentan como un porcentaje del total de gasoil consumido en cada subsector industrial que es utilizado para transporte interno. Este porcentaje se asume fijo para cada año hasta que un nuevo estudio sea realizado. La siguiente tabla muestra estos porcentajes.

**TABLA 3.15** Porcentaje de gasoil asociado al transporte interno por subsector industrial (%)

Categoría	% Transporte Interno Gasoil
1.A.2.c. - Química	100%
1.A.2.d. - Imprenta, Papel y Celulosa	100%
1.A.2.e. - Alimentos, Bebida y Tabaco	27%
1.A.2.f. - Minerales no metálicos	100%
1.A.2.j. - Madera y productos de madera	76%
1.A.2.k. - Construcción	100%
1.A.2.l. - Textil y cueros	100%

Fuente: elaboración propia

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

En el caso del FE del Carbón mineral se reporta un valor variable en función del tipo de carbón mineral utilizado en mayor proporción. Para el FE de los residuos industriales se utiliza un valor ponderado en base a su composición.

Los residuos industriales incluyen residuos industriales no renovables como ser: neumáticos fuera de uso (NFU), combustibles líquidos alternativos (CLA), aceites usados y combustibles sólidos residuales (CSR).

Por esta razón, se calcula un FE ponderado considerando la fracción de los diferentes componentes de los residuos industriales y su factor de emisión asociado. Para el presente informe se realiza una nueva apertura respecto a la del INGEI 2020. Para los NFU se utiliza el factor de emisión reportado por España en la base de datos de factores de emisión del IPCC (82.000 kg CO<sub>2</sub>/TJ), ya que tiene asociado un poder calorífico similar al de Uruguay (31,4 versus 30,1 TJ/kton respectivamente). Para los restantes tipos de residuos se utilizan FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006: para el CLA se utiliza el factor de emisión de Otros productos de petróleo (73.300 kg CO<sub>2</sub>/TJ), para aceites usados se utiliza su FE correspondiente en las guías (73.300 kg CO<sub>2</sub>/TJ), y para el resto de los residuos industriales se considera el FE genérico (143.000 kg CO<sub>2</sub>/TJ).

La siguiente tabla detalla el porcentaje de participación en los consumos de los residuos industriales por tipo y su FE ponderado para el año 2022.

**TABLA 3.16** Porcentaje de composición de residuos industriales y FE ponderado 2022 (kg/TJ).

Año	%NFU	%CLA	%Aceite Usado	% CSR	Fe Ponderado (Kg/Tj)
2022	62,4%	18,5%	16,2%	2,9%	80773

Fuente: elaboración propia

Finalmente, debe destacarse que los consumos de la industria minera se encuentran en la matriz del BEN dentro de actividades primarias y no de la Industria. Dado que en Uruguay no existe minería de combustibles, podemos adjudicar sus consumos por completo a la categoría del IPCC de industria minera.

#### 3.2.6.2.2. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Para la subcategoría minerales no metálicos (1A2f) se prevé mejorar la estimación de emisión de SO<sub>2</sub> del combustible coque de petróleo en base a una mejor aproximación de su factor de emisión.

Se estipula desagregar los consumos y porcentajes de contenido de azufre por industria a efectos de lograr un contenido de azufre ponderado específico del sector.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.6.3. Transporte (CRT 1.A.3.)

La categoría Transporte comprende todos los tipos de transporte nacional, tanto de pasajeros como de carga, en las siguientes subcategorías: 1.A.3.a. Aviación civil, 1.A.3.b. Transporte terrestre, 1.A.3.c. Transporte ferroviario, 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial y 1.A.3.e. Otro tipo de transporte. A su vez, la subcategoría transporte terrestre se subdivide en 1.A.3.b.i. autos, 1.A.3.b.i.i. camionetas, 1.A.3.b.i.i.i. camiones y buses y 1.A.3.b.i.v. motocicletas.

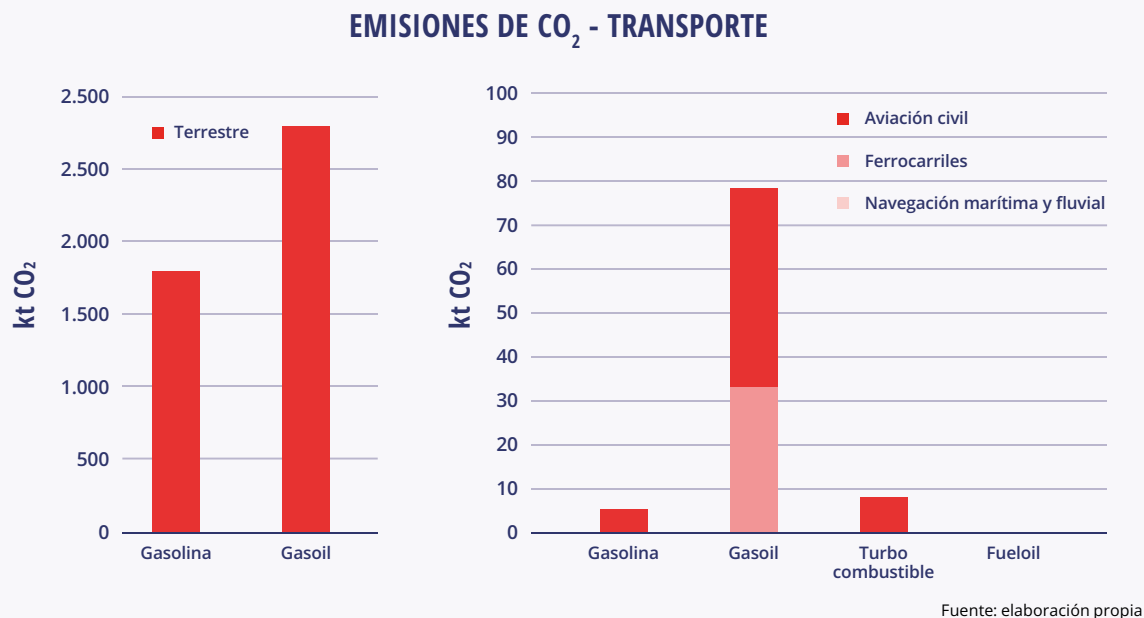
El sector Transporte tiene un elevado aporte a las emisiones de los diferentes GEI, principalmente asociado al consumo de combustibles en el transporte carretero. En el año 2022, las emisiones de CO<sub>2</sub> del Transporte fueron 4.176 Kt, considerando todas sus subcategorías, lo cual significó el 58% de las emisiones totales del sector Energía para dicho gas.

El transporte terrestre representó el 98% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la categoría transporte. El resto de las subcategorías (Otro tipo de transporte, Navegación marítima y fluvial, Aviación civil y Transporte ferroviario) consideradas en conjunto, presentaron una pequeña contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub>, alcanzando el 2% de la categoría Transporte y un valor aproximado al 1% de todo el sector Energía.

Dentro del transporte terrestre, el 56% de las emisiones de CO<sub>2</sub> provinieron del consumo de gasoil y el restante 44% del consumo de gasolina automotora. En lo que respecta a la apertura por subcategoría transporte terrestre para el 2022, el 43% de las emisiones provinieron de camiones y buses, seguidos por los automóviles y las camionetas que representaron el 27% y el 26% respectivamente. Las motocicletas aportaron el 4% restante.

En el caso de la aviación civil, las emisiones de CO<sub>2</sub> tuvieron su principal aporte en la quema de turbocombustible (60%), seguido por la gasolina de aviación (40%). En el transporte ferroviario, y otro tipo de transporte (transporte interno en los sectores industrial y comercial y servicios) todas las emisiones de CO<sub>2</sub> provinieron del consumo de gasoil. En la categoría navegación marítima y fluvial casi la totalidad de las emisiones provinieron del gasoil con un aporte marginal del fueloil. **Ver figura 3.22.**

FIGURA 3.22 Emisiones de CO<sub>2</sub> de Transporte (1.A.3.) por sub-sector y combustible (kt)



Respecto a los GEI diferentes al CO<sub>2</sub> emitidos por el Transporte, en 2022 se produjeron contribuciones relevantes para COVDM (59% de las emisiones del sector Energía), NO<sub>x</sub> (55%), CO (59%) y N<sub>2</sub>O (37%). Este sector participó en menor medida en las emisiones totales de CH<sub>4</sub> (6%) y de SO<sub>2</sub> (menos del 1%).

#### 3.2.6.3.1 Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI se aplicaron métodos Tier 1 y 2 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible usado y la tecnología utilizada para su quema. La desagregación de los datos de actividad de la categoría 1.A.3.b. - Transporte terrestre por tipo de vehículo y tecnología a partir de datos de ventas y empadronamientos permiten utilizar un Tier 2 para las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de dicha categoría.

Para el caso de la gasolina automotora en el transporte terrestre se utilizan datos del parque Nacional para obtener una desagregación por antigüedad que coincida con la de las directrices del IPCC 2006 para valores por defecto de los FE de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Utilizando así los datos del parque uruguayo se obtiene un FE ponderado ajustado a la realidad local para autos y camionetas.

De igual manera que para los sectores descritos previamente, las emisiones de CO<sub>2</sub> de biocombustibles se contabilizan para ser resumidos en las partidas informativas dada

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

su naturaleza biogénica. Adicionalmente, en la categoría transporte no se estiman las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  de estos combustibles dado que las guías del IPCC no cuentan con factores de emisión para actividades de combustión móvil ya sea para biodiésel o bioetanol.

En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (**ver Ecuación 1.1**). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible.

Los datos de actividad para todos los combustibles y todas las subcategorías se obtienen de la matriz del BEN con excepción del consumo de Gasoil para la subcategoría Otro Transporte. Como se vio previamente las emisiones del gasoil utilizado para transporte interno en los diferentes subsectores de la industria no se contabilizaron en la categoría Industria manufacturera y de la construcción estimándose en esta sección. A estos consumos se les adicionan los correspondientes al transporte interno del sector comercial y servicios. Para estimar esta cantidad se utilizan datos del último BNEU disponible que para este sector es del año 2006. Este último estudio refleja que un 23% del gasoil consumido en el sector comercial y servicios se utiliza para el transporte interno.

#### 3.2.6.3.2 Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Se prevé utilizar aplicación de método de nivel 2 para las emisiones de  $\text{CO}_2$  del transporte carretero.

En el año 2023 en conjunto con la Facultad de Química de la Universidad de la República (UDELAR), se realizaron pruebas de análisis elemental para gasolina automotora y gasoil. En el caso de la gasolina automotora no fue posible realizar el ensayo debido a que el combustible es demasiado volátil. En cuanto al gasoil, el análisis sí pudo ser realizado y el resultado se considera como primer dato de referencia para poder determinar un factor de emisión específico a nivel país. Actualmente, la DNE en conjunto con ANCAP, está desarrollando un plan de muestreo de forma de poder analizar y evaluar la posible variabilidad (estacional, relacionada al origen del crudo, etc.) que pueda condicionar los parámetros del combustible. Esto implicará la realización de nuevos análisis elementales sobre una serie de muestras de gasoil de diferentes características.

Se considera que la implementación de esta mejora, en caso de obtener resultados confiables y que se juzguen razonables por parte del equipo de elaboración de inventarios, podría realizarse en inventarios futuros. En cuanto a la posibilidad de la realización del análisis elemental para la gasolina automotora se deberá continuar en la medida de lo posible, la búsqueda de un laboratorio capaz de realizar dicho análisis.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.6.4 Otros sectores (CRT 1.A.4.)

La categoría denominada Otros sectores comprende las emisiones de las actividades de quema de combustibles en los siguientes sectores: 1.A.4.a. - Comercial/Institucional; 1.A.4.b. - Residencial; y 1.A.4.c. - Agricultura/Silvicultura/Pesca. Se incluye la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio de estos sectores.

En el año 2022, las emisiones de CO<sub>2</sub> para estos sectores (tomados en su conjunto) fueron 902 kt, significando el 13% de las emisiones del sector Energía para dicho gas. La distribución entre las 3 categorías fue la siguiente, en orden de importancia: agricultura/silvicultura/pesca (45%), residencial (44%), y comercial/institucional (11%).

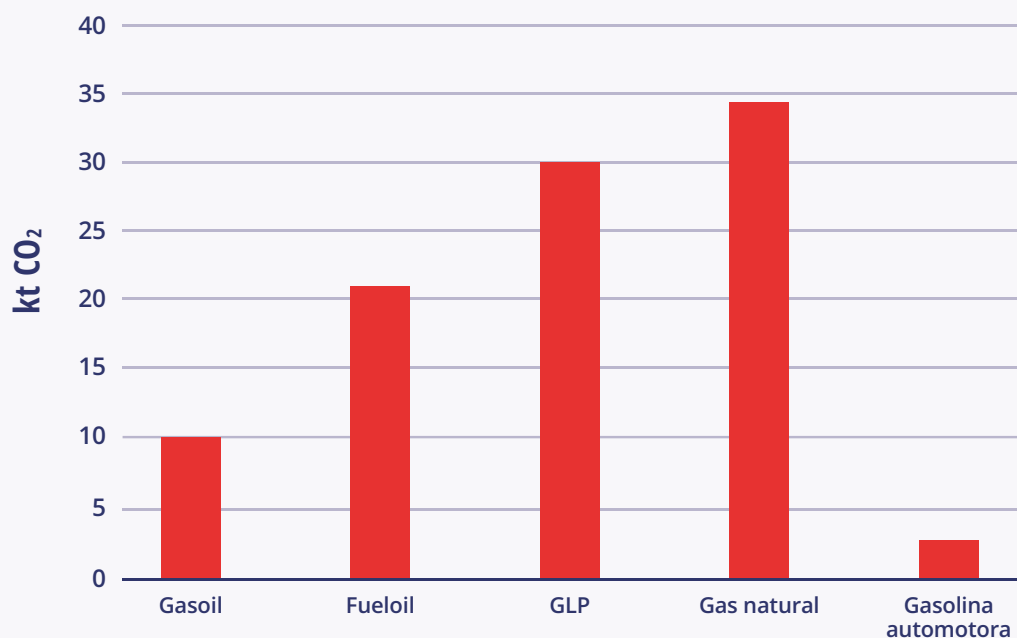
Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO<sub>2</sub>, los 3 sectores considerados en conjunto, aportaron a las emisiones totales del sector Energía de la siguiente manera: 85% de las emisiones de CH<sub>4</sub>, 24% de N<sub>2</sub>O, 12% de NO<sub>x</sub>, 33% de CO, 35% de COVDM y 38% de SO<sub>2</sub>. Se menciona que se verificaron diferentes comportamientos para los 3 sectores analizados, los cuales se comentan a continuación.

##### 3.2.6.4.1. Comercial/ Institucional (CRT 1.A.4.a.)

La categoría Comercial/ institucional incluye como actividades principales la cocción y la calefacción en edificios comerciales e institucionales, entre los cuales se encuentran oficinas públicas, hospitales, centros educativos y restaurantes, entre otros.

Las emisiones de estas actividades fueron 99 kt de CO<sub>2</sub> en 2022, poco más del 1% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del sector Energía. La participación por combustible fue la siguiente en orden decreciente: gas natural (35%), GLP (30%), fueloil (22%), gasoil (10%) y gasolina (3%). **Ver Figura 3.23.**

FIGURA 3.23 Emisiones de CO<sub>2</sub> de Comercial/institucional (1A4a) por combustible (kt)



Fuente: elaboración propia

Comercial/ institucional fue la categoría de Otros sectores que menos impacto tuvo en las emisiones de los GEI distintos a CO<sub>2</sub>, aportando menos del 6 % de las emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, COVDM y SO<sub>2</sub> al total del sector Energía.

### 3.2.6.4.1.1. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI se aplicaron métodos Nivel 1 y 2/3 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible y la tecnología utilizados para su quema. En los casos que se especifica Tier 2/3 es debido a que si bien se identifica la tecnología que se utiliza en el país, los FE no son específicos nacionales, sino que se obtienen de una referencia en las guías.

Tal como se menciona en la categoría Transporte, se utiliza el estudio de usos y consumos de la energía de 2006 para identificar el consumo de gasoil asociado al transporte interno del sector comercial y servicios, el cual se separa y se contabiliza en la categoría Otro tipo de transporte.

En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (ver Ecuación 1.1). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible. Los datos de actividad para todos los



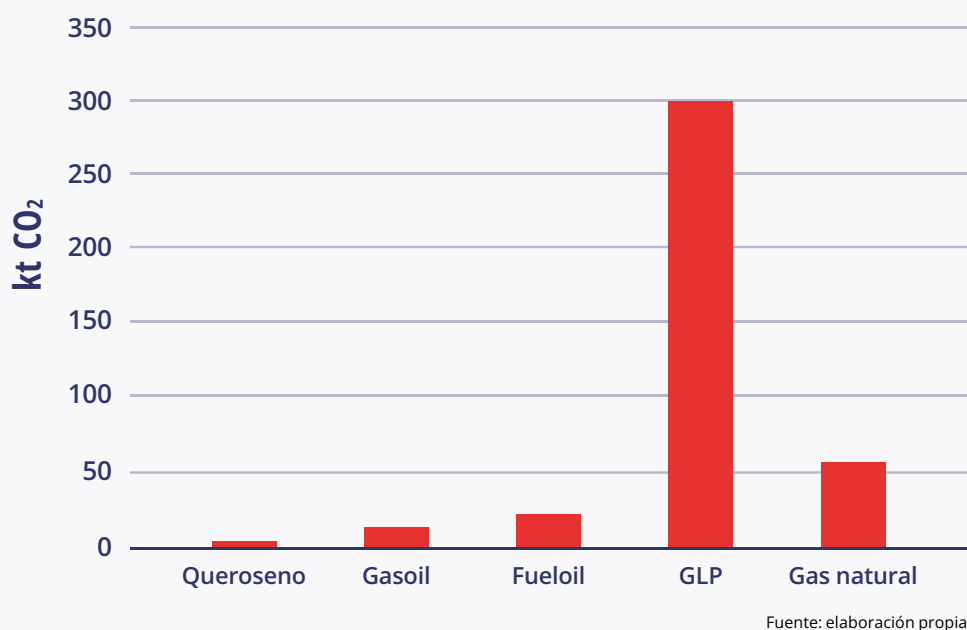
### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

combustibles se obtienen de la matriz del BEN en la fila llamada comercial/servicios/sector público.

#### 3.2.6.4.2. Residencial (CRT 1.A.4.b.)

Las actividades de cocción y calefacción en los hogares tienen gran importancia en las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con la categoría comercial/institucional. La quema de combustibles a nivel residencial produjo 400 kt de CO<sub>2</sub>, representando el 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector Energía. La principal contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub> de esta categoría correspondió al consumo de GLP (76%), seguido por gas natural (13%) y fueloil (6%). En menor medida aportaron al total las emisiones por quema de gasoil (4%), queroseno (menos del 1%) y de gasolina (menos del 1%). **Ver Figura 3.24.**

**FIGURA 3.24** Emisiones de CO<sub>2</sub> de Residencial (1A4b) por combustible (kt)



La categoría Residencial tuvo gran participación en las emisiones totales de CH<sub>4</sub> (74%) debido al alto consumo de leña.; adicionalmente, contribuyó con el 7% de las de N<sub>2</sub>O del total del sector energía. En cuanto a los indirectos, representó el 30% de las emisiones de CO del sector energía, el 31% de las de COVDM y el 2% de las de NOx. Además, significó el 33% de las de SO<sub>2</sub>.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.6.4.2.1. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI se aplicaron métodos Nivel 1 y 2/3 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible y la tecnología utilizados para su quema. En los casos que se especifica Tier 2/3 es debido a que si bien se identifica la tecnología que se utiliza en el país, los FE no son específicos nacionales, sino que se obtienen de una referencia en las guías.

En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (**ver Ecuación 1.1**). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible. Los datos de actividad para todos los combustibles se obtienen de la matriz del BEN en la fila llamada residencial.

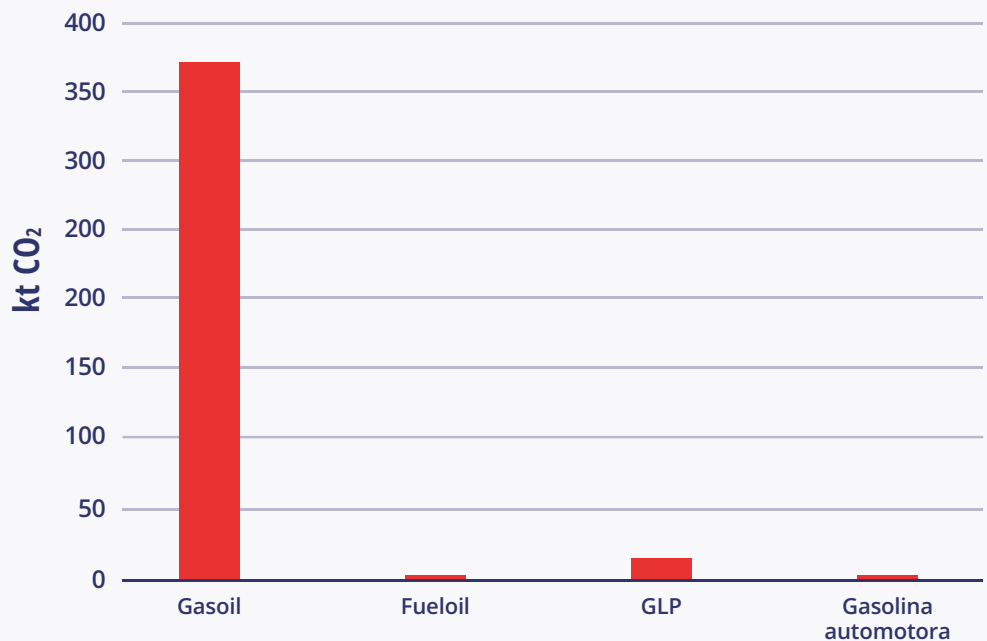
#### 3.2.6.4.3. Agricultura/Silvicultura/Pesca (CRT 1.A.4.c.)

La categoría Agricultura/ silvicultura/ pesca se desagrega a su vez en 3 subcategorías:

- **Fuentes estacionarias:** Emisiones de combustibles quemados en bombas, secado de granos, invernaderos hortícolas y otras quemas de agricultura, silvicultura o quemas estacionarias en la industria pesquera.
- **Vehículos todo terreno y otra maquinaria:** Emisiones de combustibles quemados en vehículos de tracción en granjas y en bosques: sembradoras, cosechadoras, y tractores en general.
- **Pesca (combustión móvil):** Emisiones de combustible usado en pesca de cabotaje, costera y en alta mar.

En el año 2022, las emisiones de estas actividades en conjunto fueron de 404 kt de CO<sub>2</sub> y representaron el 6% de las emisiones totales del sector Energía para dicho gas. Las mismas se debieron en su mayoría a la utilización de gasoil en maquinaria móvil agrícola (81%) y en la actividad pesquera (10%). Con una menor participación (5%) se registraron emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de GLP en fuentes estacionarias. **Ver Figura 3.25.**

FIGURA 3.25 Emisiones de CO<sub>2</sub> de Agricultura/ silvicultura/ pesca (1A4c) por combustible (kt)



Fuente: elaboración propia

Para esta categoría, en 2022 se produjeron contribuciones relevantes para N<sub>2</sub>O (17% de las emisiones totales del sector Energía) y NO<sub>x</sub> (10%); en menor medida para CH<sub>4</sub> (4%), CO (2%), COVDM (4%) y SO<sub>2</sub> (2%).

3.2.6.4.3.1. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI se aplica el método Tier 1 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible utilizado.

En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (ver Ecuación 1.1). Para cada categoría el total de emisiones se obtiene de la sumatoria de las emisiones de cada combustible.

Los datos de actividad para todos los combustibles se obtienen de la matriz del BEN en las filas llamadas “agro” y “pesca”. Para el caso del gasoil y la gasolina automotora la apertura entre fuentes estacionarias y vehículos todo terreno se realiza utilizando los datos del último BNEU del sector disponible correspondiente al año 2008. La siguiente tabla representa los porcentajes de dichas participaciones.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.17 Porcentajes de participación móvil, fija y riego en consumo de combustible (%).

	Gasolina Automotora	Gasoil
% Movil	7,6%	97,8%
% Fija	77,0%	0,1%
% Riego	15,4%	2,1%

Fuente: elaboración propia

#### 3.2.6.5. Categoría No especificado (CRT 1.A.5.)

Esta categoría representa el consumo energético final que no se puede clasificar en ningún sector por falta de información. Para el año 2022 las emisiones de CO<sub>2</sub> se estiman en 9 kt y representaron menos del 0,2% del total del sector energía. Para los gases distintos de CO<sub>2</sub> este porcentaje es aún menor. El único combustible involucrado en esta categoría es queroseno.

##### 3.2.6.5.1. Aspectos metodológicos

Los datos de actividad se obtienen del BEN, donde son imputados como no identificado. Dentro de esta categoría se considera que todo el consumo está asociado a la subcategoría estacionaria.

Para la estimación de las emisiones de GEI se aplicaron métodos Tier 1 de las directrices del IPCC 2006, según el combustible utilizado. En todos los casos, las emisiones de cada GEI se estiman multiplicando la cantidad de combustible quemado (dato de actividad) por el factor de emisión correspondiente (ver Ecuación 1.1).

#### 3.2.7. Flexibilidad aplicada en el sector

*Se aplica la flexibilidad descrita en el punto 1.9*

#### 3.2.8. Incertidumbre específica y coherencia de la serie temporal de la categoría

La incertidumbre combinada de este sector para el 2022, se estimó por tipo de combustible (líquido, sólido, gaseoso y biomasa) y para cada tipo de GEI directo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O). El BEN no dispone de incertidumbres asociadas a los resultados que se presentan. Por esta razón, se consideran las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006 y se establece un nivel de incertidumbre para los datos de actividad de +/-5% para los combustibles líquidos, sólidos y gaseosos mientras que para las

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

biomasas se considera +/- 50%, con excepción del licor negro y de los biocombustibles para los cuales se considera +/- 5%. Esto se debe a que dada la naturaleza de los procesos mediante los cuales se generan y en los cuales se utilizan estos combustibles, se considera que los datos de actividad obtenidos son más certeros.

Las incertidumbres de los factores de emisión para cada combustible de cada categoría fueron calculadas a partir de los valores inferior y superior provistos por las Directrices del IPCC de 2006.

Las incertidumbres se calculan en una planilla auxiliar siguiendo los criterios establecidos por las Directrices del IPCC de 2006 (**Método 1, cuadro 3.2 del Volumen 1**). Para el año 2022, se estima una incertidumbre de 8,6% para las emisiones del sector Energía, teniendo en cuenta solo los GEI directos para el análisis. En cuanto a la incertidumbre de la tendencia, para el año 2022, se obtiene un valor de 28,4%.

Para asegurar la coherencia de la serie temporal, se utilizan los mismos métodos, fuentes de datos de actividad y factores de emisión a lo largo de la serie temporal.

#### 3.2.9. Actividades de QA/QC específicos de la categoría Actividades de quema de combustible (CTR 1.A.)

A continuación, se listan las principales actividades de control de calidad aplicadas. El control de la calidad se efectúa conforme a lo establecido en el Sistema de Control para los inventarios del SINGEI a través de:

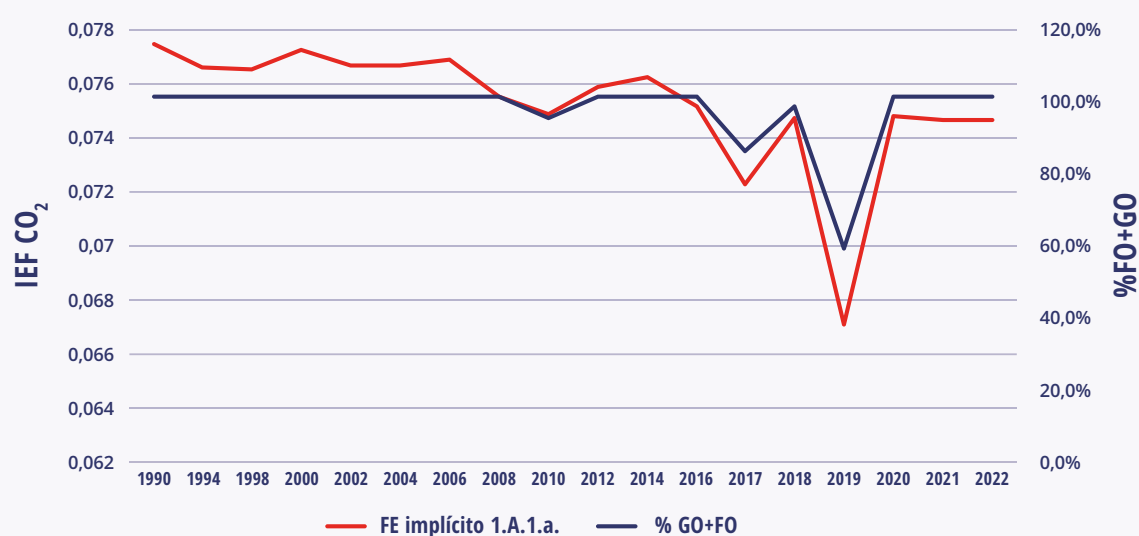
- Aplicación del procedimiento de control y aseguramiento de calidad
- Uso de listas de verificación de control y aseguramiento de calidad
- Realización de controles mediante estimaciones paralelas realizadas en otras publicaciones (BEN) para comparar con las estimaciones del Software de Inventario del IPCC
- Revisión de pares realizados por integrantes del Grupo de Trabajo del INGEI no involucrados en las estimaciones a revisar.
- Cálculo de factor de emisión implícito para las 3 categorías con mayores emisiones del sector: 1.A.1. - Industrias de la energía, 1.A.2. - Industria manufacturera y 1.A.3.b. - Transporte terrestre.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

#### 3.2.9.1. Cálculo de factor de emisión implícito

Se estima el factor de emisión implícito (IEF por sus siglas en inglés) de CO<sub>2</sub> para las categorías: 1.A.1. - Industrias de la energía, 1.A.2. - Industria manufacturera y de la construcción y 1.A.3.b. - Transporte terrestre a efectos de verificar la coherencia de la serie temporal. La siguiente figura representa la variación del IEF para la categoría 1.A.1.a. - Industria de la energía.

**FIGURA 3.26** IEF (kt/TJ) vs participación Gasoil+ Fueloil (%) para la categoría 1A1a - Industria de la energía.



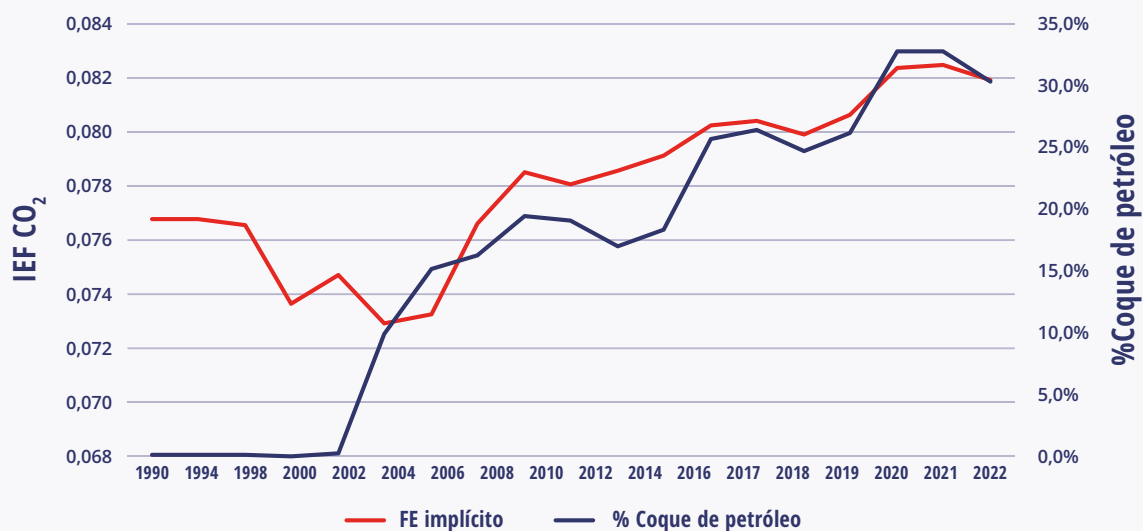
Fuente: elaboración propia

Se puede observar que no se destacan grandes variaciones del factor de emisión implícito en la serie, mantiene una correlación con la proporción de gasoil y fueloil (combinados) utilizados para la generación térmica fósil. Los años en los que dicha proporción desciende de forma marcada (2017 y 2019) también lo hace el IEF. Esto se debe a que en dichos años existió una participación significativa de gas natural para generación de energía eléctrica, el cual cuenta con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> menor al del gasoil y del fueloil.

La siguiente figura representa la variación del IEF para la categoría 1.A.2. - Industria manufacturera y de la construcción.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

**FIGURA 3.27** IEF (kt /TJ) vs participación de Coque de Petróleo (%) para la categoría 1.A.2. - Industria manufacturera y de la construcción.



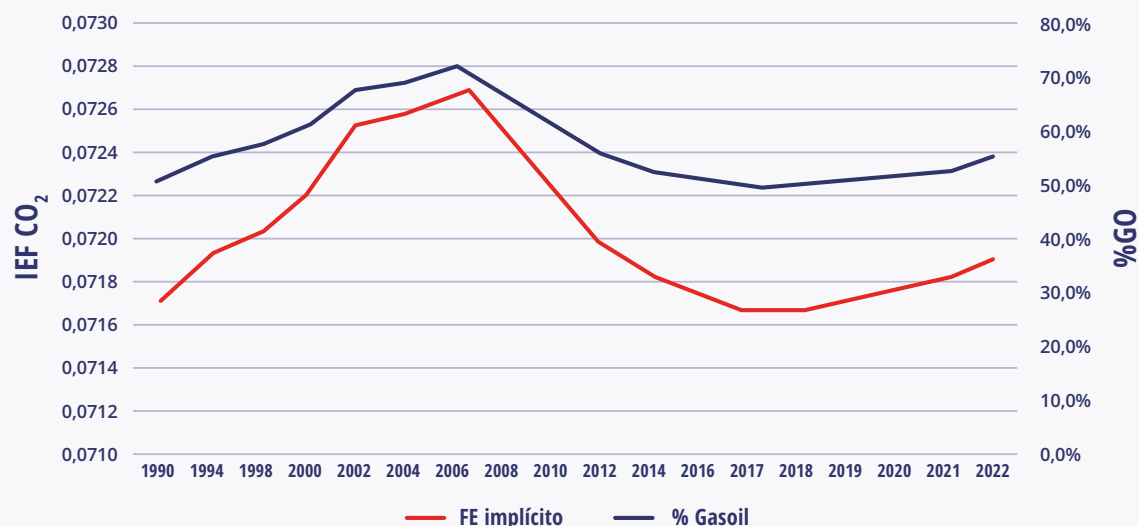
Fuente: elaboración propia

Se puede ver la evolución del factor de emisión implícito para las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como el de la participación del coque de petróleo en el total del consumo energético de esta categoría para la serie 1990–2020. Se puede observar que el IEF aumenta a medida que lo hace la participación del coque en el total del consumo. Esto se debe a que su contenido de carbono es superior al de los combustibles que sustituye (fueloil principalmente).

La siguiente figura representa la variación del IEF para la categoría 1.A.3.b. - Transporte terrestre.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

FIGURA 3.28 IEF (kt/TJ) vs participación de Gasoil (%) para la categoría 1.A.3.b. - Transporte terrestre.



Fuente: elaboración propia

Se puede observar que no existe una gran variación a lo largo de la serie para el IEF para esta categoría. Sin embargo, se puede ver una relación directa entre el porcentaje de gasoil respecto al total de los combustibles fósiles (gasoil y gasolina automotora) y el factor de emisión implícito. Esto se debe a que el factor de emisión de CO<sub>2</sub> del gasoil es levemente superior al de la gasolina automotora.

#### 3.2.10. Recálculos específicos de la Actividades de quema de combustible (CRT 1.A.)

Cuando se implementa una nueva metodología o un refinamiento metodológico debido a variaciones en la información disponible (fuente de datos, nivel de agregación, etc.), y/o se detectan posibles mejoras en las estimaciones previas, se realizan los recálculos necesarios manteniendo la coherencia de la serie temporal.

La **Tabla 3.18** compara las emisiones de los nuevos cálculos del INGEI 2022 con respecto al INGEI 2020.



### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

TABLA 3.18 Comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>) del inventario incluido en el 2020 y el actual inventario.

Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible	GEI	Valor INGEI 2020 (kt)	Valor INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2 - Ind. Manufacturera y de la construcción - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	9,5794	4,9103	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	20,3562	10,4343	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	41,9099	21,4825	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	35,9695	20,0774	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	41,1127	28,6650	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	41,4971	28,4099	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.2.f. - Ind. Minerales no metálicos - Residuos Industriales	CO <sub>2</sub>	40,2782	31,9038	Se modifica el ponderado del FE de CO <sub>2</sub> en base a información de composición del residuo industrial.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	18,6639	11,7402	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0026	0,0016	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0002	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	18,0619	8,7299	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0025	0,0012	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible	Gas	Valor INGEI 2020 (kt)	Valor INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0002	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	20,1691	9,9340	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0028	0,0014	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0002	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	19,8680	7,2247	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0028	0,0010	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0002	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	15,3526	6,9237	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0021	0,0010	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	15,6536	4,2144	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0022	0,0006	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,00004	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	10,5361	3,6124	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0015	0,0005	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible	Gas	Valor INGEI 2020 (kt)	Valor INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,00003	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	11,1381	3,6124	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0015	0,0005	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,0000	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	9,6330	3,3113	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0013	0,0005	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,0000	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CO <sub>2</sub>	9,9340	3,3113	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0,0014	0,0005	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.4.b. - Residencial - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0,0001	0,00003	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	6,9237	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0010	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2006	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	9,3320	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0013	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible	Gas	Valor INGEI 2020 (kt)	Valor INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2008	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	10,2351	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0014	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2010	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	12,6433	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0018	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2012	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	8,4289	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0012	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2014	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	16,2557	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0023	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2016	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	11,4392	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0016	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.

### CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)

Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible	Gas	Valor INGEI 2020 (kt)	Valor INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2017	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	12,0412	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0017	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2018	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	10,8371	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0015	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2019	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CO <sub>2</sub>	0	11,1381	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	CH <sub>4</sub>	0	0,0015	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.
2020	1.A. Actividades de quema del combustible	1.A.5.a. - No especificado Estacionario - Queroseno	N <sub>2</sub> O	0	0,0001	Se modifica DA a partir del BEN 2022 Se reclasifica consumo residencial a No especificado.

Fuente: elaboración propia

## **CAPÍTULO 3. Sector Energía (CRT 1)**

### **3.3. Emisiones fugitivas de combustibles sólidos, petróleo y gas natural, y otras emisiones de la producción de energía (CRT 1.B.)**

Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final. De todas las subcategorías en las que se desagregan las emisiones fugitivas, las únicas que aplican a la realidad del Uruguay son las relativas al refinamiento de petróleo y al transporte y distribución de petróleo y gas natural.

A partir del INGEI 2020 las emisiones de esta categoría se consideran insignificantes y se imputan como No Estimado.

#### **3.3.1. Aspectos metodológicos**

Los requisitos para considerar las emisiones de esta categoría como insignificantes fueron debidamente detallados en la sección 1.7.3.

La verificación de estos requisitos fue establecida en el INGEI 2020, comprobando que se cumplieran para todos los años de la serie de inventario desde 1990 hasta 2019. Se establece además que dicho resultado será ratificado cada 5 años.

### **3.4. Transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CRT 1.C.)**

Esta categoría no ocurre en el país.

## CAPÍTULO 4

# Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2)





## CAPÍTULO 4

# Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2)



### 4.1. Panorama general 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. (IPCC, 2006). En el sector IPPU se analizan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocadas por los procesos industriales, por el uso de estos gases en los productos y por los usos de no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles. Las emisiones de GEI son producidas por una gran variedad de actividades industriales. Las principales fuentes de emisión son las generadas en los procesos que transforman materias primas por medios químicos o físicos, sin que ello sea consecuencia del consumo de energía durante el proceso y, por tanto, de la quema de combustibles para su generación. Las emisiones por el consumo de energía durante el proceso industrial son consideradas dentro del sector Energía.

Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

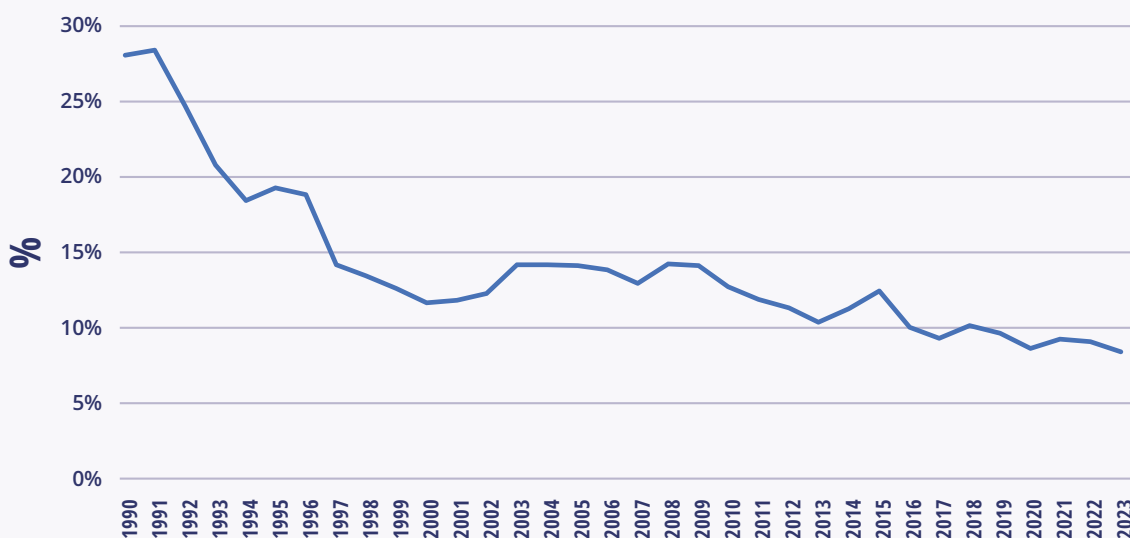
En Uruguay se registran emisiones de GEI en las categorías de industria de los minerales, industria química, industria de los metales, productos no energéticos de combustibles y uso de solventes, uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y manufactura y utilización de otros productos. La categoría industria electrónica no ocurren en el país.



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

La industria nacional se caracteriza por una predominancia de las actividades de transformación básica de recursos naturales de bajo contenido tecnológico<sup>16</sup>. El grado de industrialización de la economía de acuerdo con su participación en el valor agregado (%PBI) se encuentra en el entorno del 10%<sup>17</sup>, con una contracción en los últimos años (**Figura 4.1**). Luego de la crisis de comienzo de siglo (2002) la industria tuvo un crecimiento sostenido, acompañado de una reestructura en el modo de producción y el empleo asociados a inversiones significativas en sectores agroindustriales, madera y papel, químicos y plásticos<sup>18</sup>. Durante el 2020 el sector fue afectado por el contexto de la Pandemia de COVID-19, con una leve recuperación en el 2021.

**FIGURA 4.1** Evolución de la industrialización, valor agregado del PIB (% PIB) 1990-2023.



Fuente: Banco Mundial

<sup>16</sup> Fuente: Beder, Rodríguez (2017). Caracterización industrial regional del Uruguay. Instituto de Economía, UDELAR.

<sup>17</sup> Fuente: Indicadores Banco Mundial. Industrialización, valor agregado (% del PIB) Uruguay en base a los datos sobre cuentas nacionales (<https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.IND.MANF.ZS?locations=UY>).

<sup>18</sup> Fuente: Beder, Rodríguez (2017). Caracterización industrial regional del Uruguay. Instituto de Economía, UDELAR a partir de CIU (2015) "Cambios y tendencias en la industria manufacturera

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

### 4.1.1. Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) se estimaron en 907 kt CO<sub>2</sub> eq (GWP<sub>100 AR5</sub>) para el año 2022. El gas predominante en el sector (55%) fue el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), proveniente fundamentalmente de la Producción de Cemento.

Por otra parte, se determinó un incremento global de las emisiones, desde el año 1990 al 2022, del 279 % (kt CO<sub>2</sub>-eq, GWP<sub>100 AR5</sub>).

**TABLA 4.1** Emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

Combustible	Emisiones (kt)			Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq (GWP <sub>100 AR5</sub> )			Emisiones (kt)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub> DM	SO <sub>2</sub>
<b>2 - Procesos Industriales y Uso de Productos</b>	<b>500</b>	<b>NO</b>	<b>7,4E-03</b>	<b>403</b>	<b>2,6E-02</b>	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>14,6</b>	<b>21,1</b>	<b>6,9</b>
<b>2.A - Industria Mineral</b>	<b>485</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>				<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>IE</b>
2.A.1 - Producción de cemento	416									IE
2.A.2 - Producción de cal	67,9									
2.A.3 - Producción de vidrio	NO								NO	
2.A.4 - Otros usos en procesos de carbonatos	1,4	NO	NO				NO	NO	NO	NO
2.A.4.a - Cerámicas	0,1									
2.A.4.b - Otros usos de carbonato de sodio	1,3									
2.A.4.c - Producción de magnesio no metalúrgico	NO									
2.A.4.d - Otros	NO						NO	NO	NO	NO
2.A.5 - Otros	NO	NO	NO				NO	NO	NO	NO
<b>2.B - Industria Química</b>	<b>0,1</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>				<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>1,7</b>
2.B.1 - Producción de Amoníaco	NO							NO	NO	NO
2.B.2 - Producción de Ácido nítrico			NO				NO			
2.B.3 - Producción de Ácido Adípico			NO				NO	NO	NO	
2.B.4 - Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			NO							
2.B.5 - Producción de Carburo	0,1	NO								
2.B.6 - Producción de Dióxido de Titanio	NO									
2.B.7 - Producción de cenizas de sosa	NO									
2.B.8 - Producción petroquímica y de negro de humo	NO	NO							NO	
2.B.8.a - Metanol	NO	NO							NO	
2.B.8.b - Etileno	NO	NO							NO	
2.B.8.c - Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo	NO	NO								
2.B.8.d - Óxido de etileno	NO	NO								
2.B.8.e - Acrilonitrilo	NO	NO							NO	
2.B.8.f - Carbon Black	NO	NO								
2.B.9 - Producción fluoroquímica				NO						

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

Combustible	Emisiones (kt)			Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq (GWP <sub>100 ARS</sub> )			Emisiones (kt)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
2.B.9.a. - Emisiones de subproductos				NO						
2.B.9.b. - Emisiones fugitivas				NO						
2.B.10. - Otros (Producción de ácido sulfúrico)	NO						NO	NO	NO	1,7
<b>2.C. - Industria de los metales</b>	<b>4,0</b>	<b>NO</b>			<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>1,0E-02</b>	<b>0,1</b>	<b>3,0E-03</b>	<b>5,0E-03</b>
2.C.1. - Producción de hierro y acero	4,0	NO					1,0E-02	0,1	3,0E-03	5,0E-03
2.C.2. - Producción de ferroaleaciones	NO	NO								
2.C.3. - Producción de aluminio	NO				NO			NO		NO
2.C.4. - Producción de magnesio	NO					NO				
2.C.5. - Producción de plomo	NO									
2.C.6. - Producción de zinc	NO									
2.C.7. - Otros	NO						NO	NO	NO	NO
<b>2.D. - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes</b>	<b>11,2</b>						<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>13,6</b>	<b>NO</b>
2.D.1. - Uso de lubricantes	10,6									
2.D.2. - Uso de la cera de parafina	0,6									
2.D.3. - Uso de solventes									13,6	
2.D.4. - Otros (Asfalto)	NO						NO	NO	8,5E-04	NO
<b>2.E. - Industria Electrónica</b>				<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>				
2.E.1. - Circuitos integrados o semiconductores				NO	NO	NO				
2.E.2. - Pantalla plana tipo TFT					NO	NO				
2.E.3. - Células fotovoltaicas					NO					
2.E.4. - Fluidos de transferencia térmica					NO					
2.E.5. - Otros										
<b>2.F. - Uso de Productos Sustitutos de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono</b>				<b>403</b>	<b>2,6E-02</b>					
2.F.1. - Refrigeración y Aire Acondicionado				356						
2.F.1.a. - Refrigeración y aire Acondicionado Estacionario				315	2,6E-02					
2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil				41,3						
2.F.2. - Agentes espumantes				5,7						
2.F.3. - Protección contra incendios				16,2	NO					
2.F.4. - Aerosoles				24,5						
2.F.5. - Solventes				NO	NO					
2.F.6. - Otras Aplicaciones				NO	NO					
<b>2.G. - Manufactura y Utilización de Otros Productos</b>			<b>7,4E-03</b>		<b>NO</b>	<b>2,2</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
2.G.1. - Equipos Eléctricos					NO	2,2				
2.G.1.a. - Manufactura de Equipos Eléctricos					NO	NO				
2.G.1.b. - Uso de equipos eléctricos					NO	2,2				
2.G.1.c. - Eliminación de equipos eléctricos					NO	NO				
2.G.2. - SF <sub>6</sub> y PFCs de otros usos de productos					NO	NO				
2.G.2.a. - Aplicaciones militares					NO	NO				
2.G.2.b. - Aceleradores					NO	NO				

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

Combustible	Emisiones (kt)			Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq (GWP <sub>100 ARS</sub> )			Emisiones (kt)			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub> DM	SO <sub>2</sub>
2.G.2.c. - Otros					NO	NO				
2.G.3. - N <sub>2</sub> O de Usos de Productos			7,4E-03							
2.G.3.a. - Aplicaciones médicas			7,4E-03							
2.G.3.b. - Propulsor para productos presurizados y aerosoles			NO							
2.G.3.c. - Otros			IE							
2.G.4. - Otros							NO	NO	NO	NO
<b>2.H. - Otros</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>					<b>2,6</b>	<b>14,5</b>	<b>7,5</b>	<b>5,3</b>
2.H.1. - Industria de la Pulpa y el Papel							2,6	14,5	5,3	5,3
2.H.2. - Industria de la Alimentación y Bebidas									2,2	
2.H.3. - Otros	NO	NO					NO	NO	NO	NO

### Documentación:

NO: No Ocurre, NE: No Estimado. IE: Incluido en otra categoría.

Se reporta en la categoría Producción de Carburo, el uso de Carburo importado para la producción de acetileno, no se produce carburo en Uruguay.

En Uruguay el acero se produce exclusivamente por reciclaje de chatarra, se reportan gases indirectos como NO.

El N<sub>2</sub>O para uso de otros productos se reporta para uso médico, pero el valor puede incluir otras aplicaciones.

Las emisiones de SO<sub>2</sub> provenientes de la Producción de Cemento se reportan totalizadas en el sector Energía.

No Ocurren emisiones de NF<sub>3</sub>

Fuente: elaboración propia.

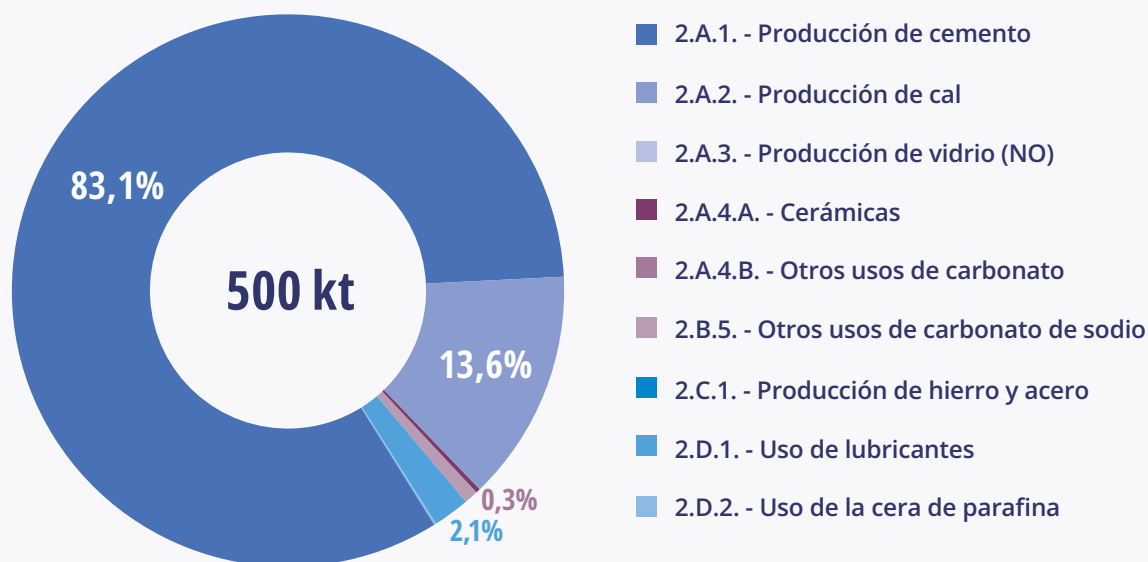
### 4.1.2. Contribución por gas del sector para el año 2022

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector en el año 2022 fueron aportadas principalmente por la categoría Producción de Cemento (416 kt, 83,1% del sector IPPU), seguido por Producción de Cal (67,9 kt, 13,6%); con menor relevancia el Uso de Lubricantes (10,6 kt, 2,1%) y Producción de Hierro y Acero (4,0 kt 0,8%) y en menor proporción (menor al 1%) Otros Usos de Carbonato Sódico (1,3 kt) Producción de Cerámicas (0,1 kt), Producción de Acetileno a partir de Carburo (0,1 kt) y el Uso de la Cera de Parafina (0,6 kt).

La participación porcentual se presenta en la figura siguiente.

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

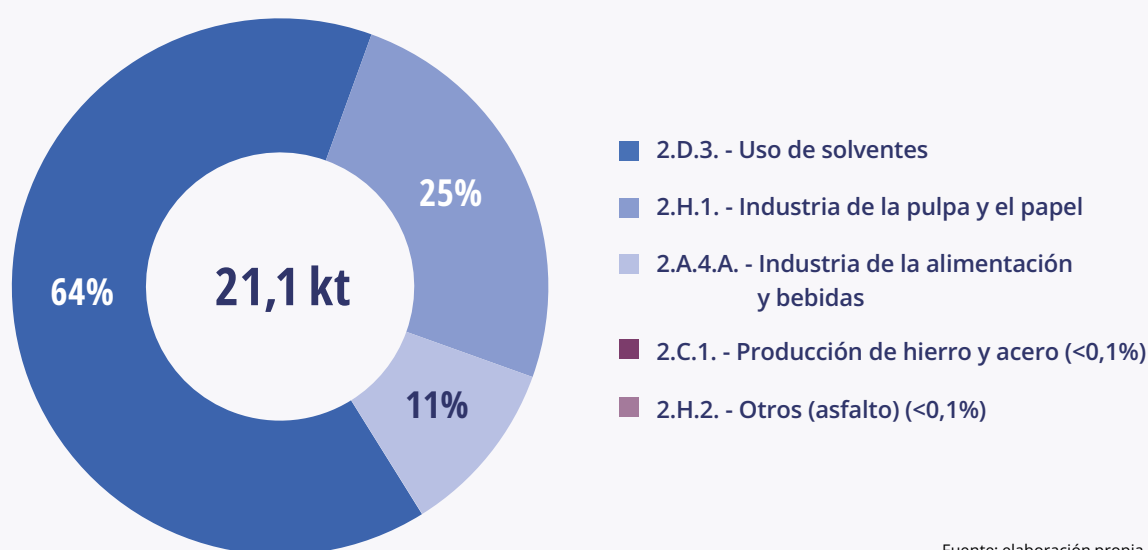
FIGURA 4.2 Total de CO<sub>2</sub> por categoría (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

Por su parte, las emisiones de Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) en el año 2022 fueron de 21,1 kt y provinieron 13,6 kt (64% del sector) del Uso de Solventes, 5,3 kt (25% del sector) de la Producción de Papel y Pulpa, 2,2 kt (11% del sector) de la Producción de Alimentos y Bebidas y con un aporte menor al 1% el Uso de Asfalto y la Producción de Hierro y Acero.

FIGURA 4.3 Total de COVDM por categoría (kt), serie 1990-2022.

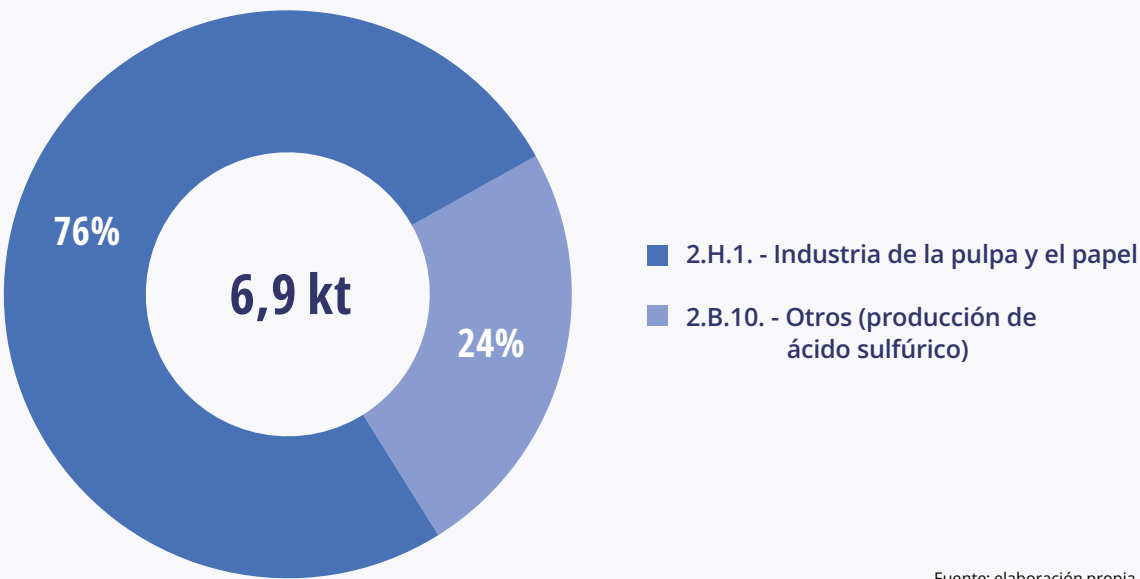


Fuente: elaboración propia

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

Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) del sector se debieron en mayor proporción a la incidencia de la Producción de Pulpa y Papel (5,3 kt, 76% del sector), seguida de la Producción de Ácido Sulfúrico (1,7 kt, 24% del sector) y de forma despreciable las emisiones de la Producción de Hierro y Acero.

FIGURA 4.4 Total de SO<sub>2</sub> por categoría (kt), serie 1990-2022.



Las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC) se produjeron de forma exclusiva en el sector IPPU, por el uso de estas sustancias en diversas aplicaciones (aire acondicionado, refrigeración, aerosoles, extintores, espumas). En la siguiente tabla se presentan las emisiones distribuidas por HFC, expresados en kt CO<sub>2</sub>-eq, estimados bajo la métrica GWP<sub>100 AR5</sub>.

TABLA 4.2 Total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq).

kt CO <sub>2</sub> -eq	HFC 23	HFC 32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-245fa	HFC-365mcf	TOTAL
GWP <sub>100 AR5</sub>	0	11,8	128	123,9	0,13	116,1	17,6	0,15	4,1	403

Fuente: elaboración propia

El HFC-125a fue el principal hidrofluorocarbono (31,8%) seguido por el HFC-134a (30,7%) HFC-143a (28,8%), HFC-227ea (4,6%), HFC-32 (2,9%), HFC-365mfc (1,0%) y con un aporte menor al 0,1% el HFC245fa y HFC-152a.

Durante 2022, se generó 2,6E-2 kt CO<sub>2</sub>-eq de PFC-116.

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

El hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) fue utilizado en instalaciones eléctricas; las emisiones nacionales provinieron únicamente del sector IPPU y fueron estimadas, para 2022, en 2,2 kt CO<sub>2</sub>-eq.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) de 2,6 kt y monóxido de carbono (CO) de 14,6 kt provinieron casi exclusivamente de la categoría Producción de Papel y Pulpa, con un aporte < 0,1 % de la Producción de Hierro y Acero, mientras que las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), de 7,4E-3 kt, se correspondieron con el uso de productos (aplicaciones médicas fundamentalmente).

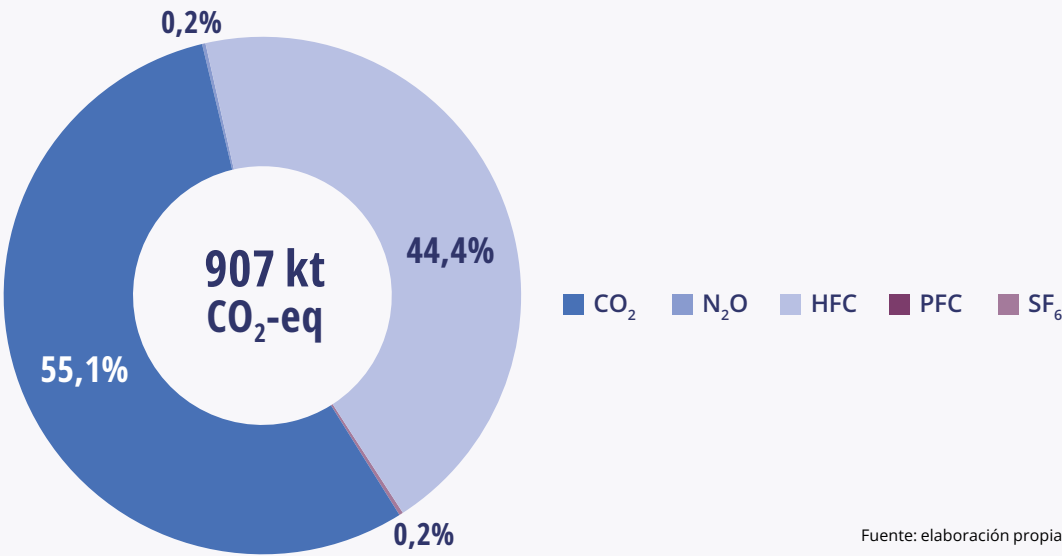
En cuanto a la contribución relativa al calentamiento global por gas, el 55,1% de las emisiones del sector provinieron del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un 44,4% de los HFC, 0,2% de N<sub>2</sub>O, 0,2% de SF<sub>6</sub> y menos al 0,1% PFC.

TABLA 4.3 Emisiones por cada GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), 2022.

Gas	kt CO <sub>2</sub> -eq
CO <sub>2</sub>	500
CH <sub>4</sub>	NO
N <sub>2</sub> O	2,0
HFC	403
PFC	2,6E-02
SF <sub>6</sub>	2,2
NF <sub>3</sub>	NO
Total	907

Fuente: elaboración propia

FIGURA 4.5 Emisiones por cada GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), 2022.



Fuente: elaboración propia

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

### 4.1.3. Evolución de emisiones GEI del sector IPPU

Las emisiones del sector IPPU están directamente ligadas al nivel de actividad de la industria y, por lo tanto, las variaciones en las emisiones se explican enteramente por las variaciones en el sector.

**TABLA 4.4** Emisiones por cada GEI (kt), serie 1990-2022.

	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
	kt	kt	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt	kt	kt	kt	kt
1990	239	NE	NO	NE	2,0E-02	0,1	7,6	1,6
1994	282	NE	NO	NE	2,7E-02	0,1	7,4	1,7
1998	505	NE	NO	NE	2,9E-02	0,2	9,8	1,6
2000	397	1,9E-02	4,1	NE	3,5E-02	0,2	14,9	1,3
2002	255	4,1E-02	8,7	6,1E-05	3,4E-02	0,2	11,1	1,2
2004	325	3,8E-02	12,7	6,1E-05	3,6E-02	0,2	12,7	1,1
2006	387	3,6E-02	14,3	6,1E-05	4,4E-02	0,3	11,8	1,3
2008	438	3,3E-02	37,2	1,6E-04	1,1	6,3	14,6	3,4
2010	421	3,0E-02	60,2	2,8E-04	1,4	7,9	15,8	3,5
2012	427	2,5E-02	109	1,7E-04	1,4	7,9	16,2	3,3
2014	453	2,6E-02	169	1,7E-05	1,7	9,4	16,1	4,4
2016	470	1,9E-02	208	5,6E-05	2,6	14,3	24,4	6,4
2017	497	2,6E-02	237	2,8E-05	2,7	14,8	25,1	6,8
2018	498	1,2E-02	271	4,1E-05	1,4	8,0	22,2	4,2
2019	438	9,2E-03	297	4,1E-05	1,5	8,4	22,2	4,2
2020	444	7,4E-03	349	9,4E-05	1,6	8,7	20,8	4,3
2021	582	6,7E-03	358	9,3E-05	2,7	15,1	23,4	6,5
2022	500	7,4E-03	403	9,3E-05	2,6	14,6	21,1	6,9

Fuente: elaboración propia  
NO: No Ocurre; NE: No Estimado

La evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> respondieron principalmente a la variación en el nivel de actividad de la producción de cemento y cal. Estas categorías explicaron en promedio más de un 90% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector a lo largo de la serie. Se observó un crecimiento de las emisiones hasta 1998 (505 kt) y un mínimo el año 2002 (255 kt), producto de la disminución de la actividad nacional. Luego, se registró una recuperación en la actividad a partir del año 2008 (438 kt) hasta 2018. En 2019, 2020 se registró una baja en las emisiones explicada por una baja en la producción



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

de cemento y cal. En 2021 se observa una recuperación de las emisiones de CO<sub>2</sub> explicadas principalmente por un aumento en la actividad de la construcción. En 2022, la disminución de la producción de Clinker y cemento en dos plantas del país explica la baja en las emisiones respecto a 2021.

**TABLA 4.5** Emisiones por categoría (kt CO<sub>2</sub>), serie 1990-2022.

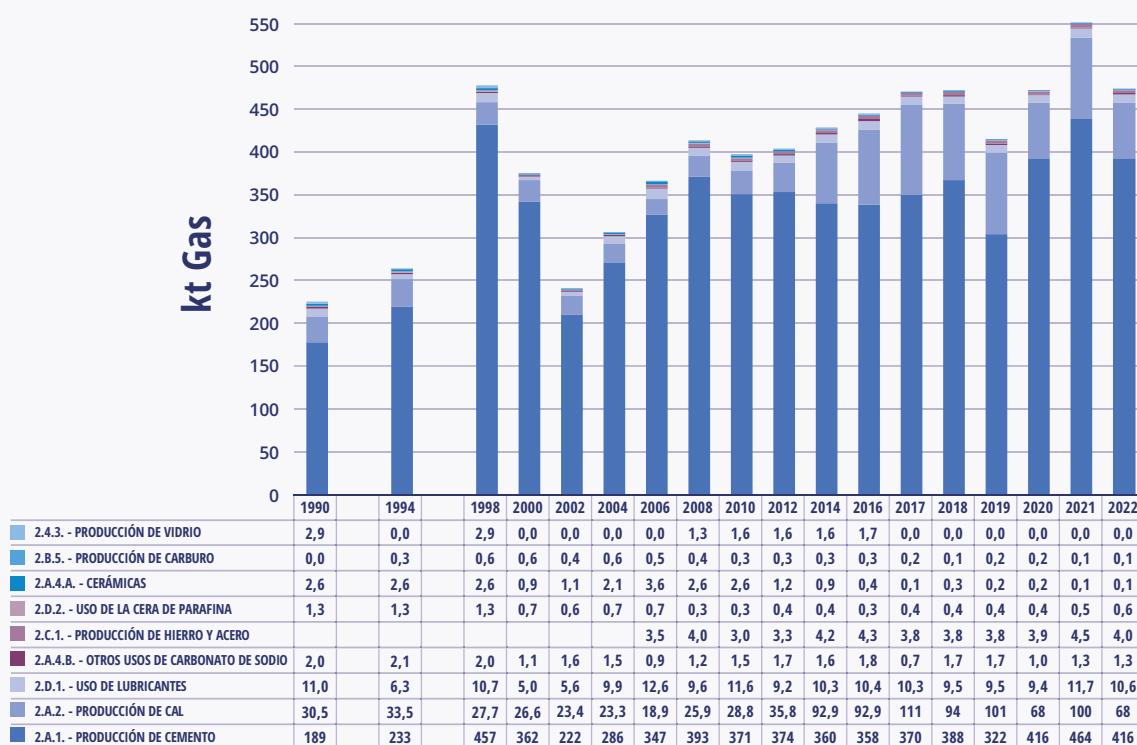
Categoría	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2.A.1. - Producción de cemento	189	233	457	362	222	286	347	393	371	374	360	358	370	388	322	416	464	416
2.A.2. - Producción de cal	30,5	33,5	27,7	26,6	23,4	23,3	18,9	25,9	28,8	35,8	74,0	92,9	111	94	101	68	100	68
2.A.3. - Producción de vidrio	2,9	3,0	2,9	NO	NO	NO	NO	1,3	1,6	1,6	1,6	1,7	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.4.a. - Cerámicas	2,6	2,6	2,6	0,9	1,1	2,1	3,6	2,6	2,6	1,2	0,9	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
2.A.4.b. - Otros usos de carbonato de sodio	NE	NE	2,0	1,1	1,6	1,5	0,9	1,2	1,5	1,7	1,6	1,8	0,7	1,7	1,7	1,0	1,3	1,3
2.B.5. - Producción de Carburo	NE	0,3	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
2.C.1. - Producción de hierro y acero	NO	NO	NO	NO	NO	NO	3,5	4,0	3,0	3,3	4,2	4,3	3,8	3,8	3,8	3,9	4,5	4,0
2.D.1. - Uso de lubricantes	11,0	6,3	10,7	5,0	5,6	9,9	12,6	9,6	11,6	9,2	10,3	10,4	10,3	9,5	9,5	9,4	11,7	10,6
2.D.2. - Uso de la cera de parafina	1,3	1,3	1,3	0,7	0,6	0,7	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>282</b>	<b>505</b>	<b>397</b>	<b>255</b>	<b>325</b>	<b>387</b>	<b>438</b>	<b>421</b>	<b>427</b>	<b>453</b>	<b>470</b>	<b>497</b>	<b>498</b>	<b>438</b>	<b>444</b>	<b>582</b>	<b>500</b>

NO: No Ocurre; NE: No Estimado

Fuente: elaboración propia

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

FIGURA 4.6 Sector IPPU: emisiones por categoría (kt CO<sub>2</sub>), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

Dado que en el país no hay producción de fluorocarbonos (HFC y PFC), las cantidades existentes y las emisiones dependen, en gran forma, de las importaciones. Es de destacar que se registró un aumento de la utilización de estas sustancias a lo largo de la serie temporal, fundamentalmente para su uso en aires acondicionados (estacionario y móvil) y refrigeración.

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) han variado en función de las importaciones realizadas en cada año, (se informaron los años de inventario para los cuales se tuvo dato de actividad). El uso de este gas como anestésico medicinal ha disminuido a lo largo del tiempo y esto se ha visto reflejado en el nivel de importaciones y, por lo tanto, en las emisiones anuales.

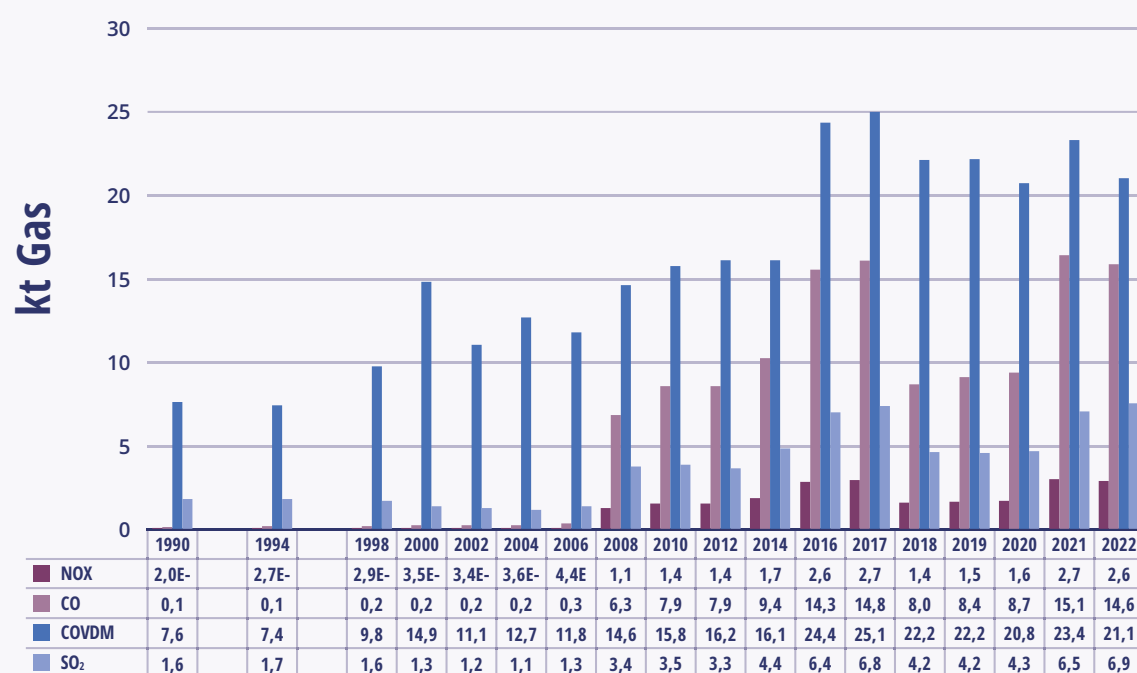
Por su parte, las emisiones de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) dependieron de la reposición del gas en equipamiento eléctrico (generación, distribución). A su vez, la variación de las emisiones en la serie fue función directa del plan de mantenimiento y reposición del gas por parte de la empresa generadora y distribuidora de electricidad (UTE).

Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO) estuvieron asociadas a la producción de pulpa de papel y celulosa, ya que dicho sector tuvo

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

un incremento en su producción a partir del año 2008. Esto llevó a un aumento en las emisiones en el período 2006-2008, nivel que luego se estabilizó, para volver a aumentar en el 2014 estabilizarse, y nuevamente aumentar en el 2021 debido al nuevo aumento en la producción de celulosa en el país, con un leve descenso (3,4%) entre 2021 y 2022.

FIGURA 4.7 Emisiones por GEI indirecto o precursor (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

El mayor aporte de emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) a lo largo de la serie correspondió al uso de solventes (aproximadamente 75%). Las emisiones de COVDM del sector tuvieron un descenso del 9,9% en el período 2021-2022 (debido a una baja en la actividad) con un aumento global en la serie temporal del 176%. En el año 2008, por su parte, se generó un aumento debido al incremento en la actividad de la Industria de la Pulpa y el Papel.

Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) provienen fundamentalmente de las categorías Producción de ácido Sulfúrico y de la Industria de la Pulpa y el Papel. Al igual que otros gases, el SO<sub>2</sub> registró un aumento significativo en sus emisiones en 2008, lo cual se debió a un aumento en la actividad de la Industria de la Pulpa y el Papel; en el año 2002 hubo un mínimo de generación debido a la baja actividad que presentó el país, en el marco de una fuerte crisis financiera.

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

**TABLA 4.6** Total de GEI por categoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022

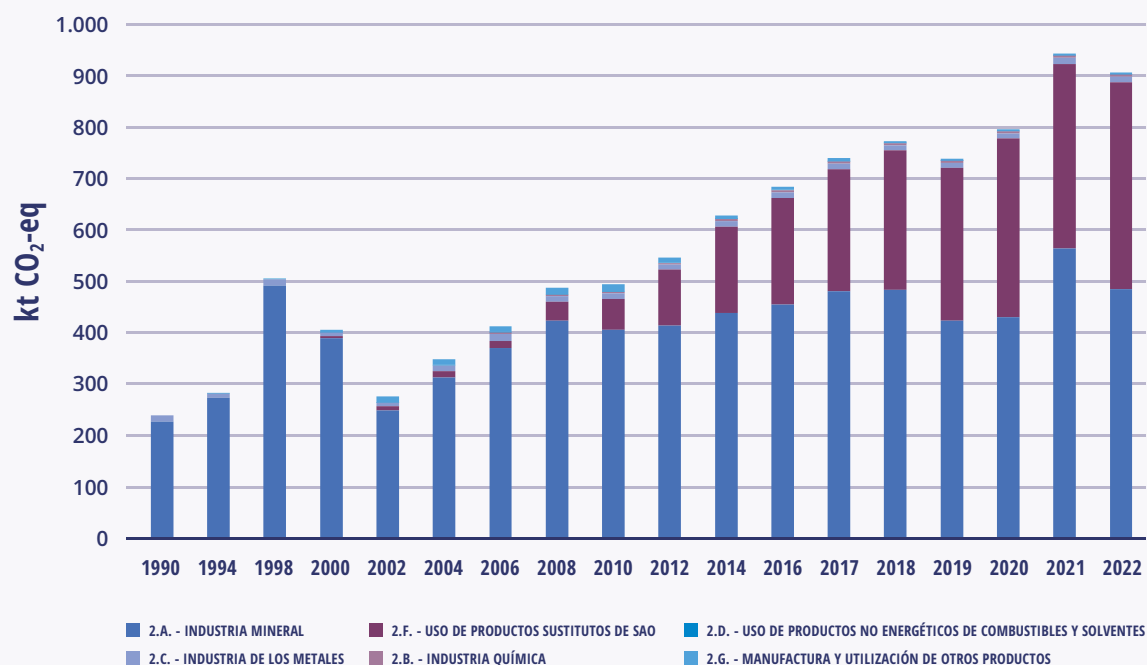
Año	2.A. Industria Mineral	2.B. Industria Química	2.C. Industria de los Metales	2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes	2.F. Uso de productos sustitutos de SAO	2.G. Manufactura y Utilización de Otros Productos	Total
1990	227	NE	NE	12,3	NO	NE	239
1994	274	0,29	NE	7,6	NO	NE	282
1998	492	0,64	NE	12,0	NO	NE	505
2000	390	0,61	NE	5,8	4,1	5,0	406
2002	249	0,41	NE	6,2	8,7	12,4	276
2004	313	0,56	NE	10,6	12,7	11,4	349
2006	370	0,47	3,5	13,3	14,3	10,9	412
2008	424	0,41	4,0	9,9	37,2	12,4	488
2010	405	0,26	3,0	11,9	60,2	14,6	495
2012	414	0,32	3,3	9,6	109	10,6	547
2014	438	0,26	4,2	10,6	169	7,2	629
2016	455	0,29	4,3	10,7	208	6,4	685
2017	482	0,17	3,8	10,6	237	7,4	741
2018	484	0,15	3,8	9,9	271	4,2	774
2019	424	0,20	3,8	9,9	297	3,4	739
2020	430	0,19	3,9	9,8	349	4,2	797
2021	565	0,13	4,5	12,2	358	4,0	944
2022	485	0,11	4,0	11,2	403	4,2	907

Fuente: elaboración propia  
NO: No Ocurre; NE: No Estimado

A lo largo de la serie histórica de la contribución al calentamiento global (GWP<sub>100 AR5</sub>) para el sector de IPPU, se observa una tendencia general de aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con un incremento significativo del 279% entre 1990 y 2022. En 1990, las emisiones totales eran de 239 kt CO<sub>2</sub>-eq, alcanzando un máximo de 944 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2021, aunque disminuyen levemente a 907 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Este aumento está principalmente impulsado por la categoría 2F (Uso de productos sustitutos de SAO), que muestra una expansión sostenida, especialmente desde 2010, cuando pasa de representar solo 60,2 kt CO<sub>2</sub>-eq a alcanzar 403 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. La categoría 2.A. (Industria Mineral) también ha tenido un aumento constante (debido fundamentalmente a la Producción de Cemento), siendo responsable de aproximadamente la mitad de las emisiones en muchos años, aunque su contribución porcentual ha disminuido debido al crecimiento de otras categorías, específicamente el Uso de productos sustitutos de SAO.

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

FIGURA 4.8 Total de GEI por categoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

En cuanto a la contribución relativa de cada categoría, la Industria Mineral (2.A.) es dominante a lo largo de todo el período, aunque su peso relativo disminuye hacia los últimos años. Por otro lado, el Uso de productos sustitutos de SAO (2.E.) ha incrementado drásticamente su importancia desde 2010, convirtiéndose en la categoría con mayor crecimiento y representando un 44% del total en 2022. Las categorías 2.B. (Industria Química), 2.C. (Industria de los Metales) y 2.G. (Manufactura y Utilización de Otros Productos) presentan valores mucho menores, pero mantienen una contribución estable y pequeña. La categoría 2.D. (Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes) ha mostrado cierta estabilidad en sus emisiones, con incrementos moderados desde 1998.

El análisis de las emisiones de GEI en el sector IPPU, según la descomposición por tipo de gas, revela un patrón claro de diversificación de los gases emisores a lo largo del tiempo. Inicialmente, en 1990, el CO<sub>2</sub> era el único gas registrado, con una contribución total de 239 kt CO<sub>2</sub>-eq. Sin embargo, a partir del año 2000 se empiezan a registrar otras fuentes de emisiones, como el N<sub>2</sub>O y los HFC. Este cambio ha modificado la composición de las emisiones, con los HFC convirtiéndose en el principal impulsor del crecimiento total de las emisiones del sector en los últimos años. Para el año 2022, los HFC representaron una proporción significativa del total, con 402,8 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que implica una transformación en la composición de las fuentes de emisión, que ya no están dominadas exclusivamente por el CO<sub>2</sub>.

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

**TABLA 4.7** Emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

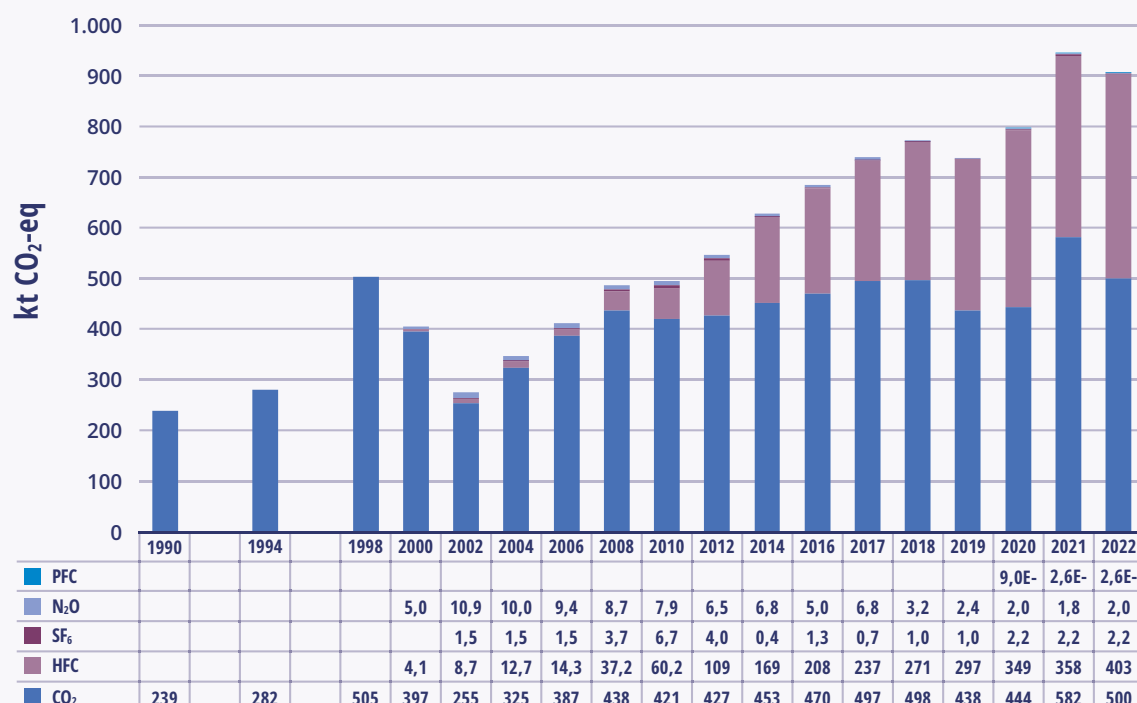
Año	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	TOTAL
	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt CO <sub>2</sub> -eq	kt CO <sub>2</sub> -eq
1990	239	NE	NO	NO	NE	239
1994	282	NE	NO	NO	NE	282
1998	505	NE	NO	NO	NE	505
2000	397	5,0	4,1	NO	NE	406
2002	255	10,9	8,7	NO	1,5	276
2004	325	10,0	12,7	NO	1,5	349
2006	387	9,4	14,3	NO	1,5	412
2008	438	8,7	37,2	NO	3,7	488
2010	421	7,9	60,2	NO	6,7	495
2012	427	6,5	109,1	NO	4,0	547
2014	453	6,8	168,7	NO	0,4	629
2016	470	5,0	208,1	NO	1,3	685
2017	497	6,8	237,1	NO	0,7	741
2018	498	3,2	271,3	NO	1,0	774
2019	438	2,4	297,0	NO	1,0	739
2020	444	2,0	348,9	9,0E-03	2,2	797
2021	582	1,8	358,4	2,6E-02	2,2	944
2022	500	2,0	402,8	2,6E-02	2,2	907

Fuente: elaboración propia  
NO: No Ocurre; NE: No Estimado

El N<sub>2</sub>O ha mostrado una variabilidad significativa en su contribución, alcanzando un pico en 2002 con 10,9 kt CO<sub>2</sub>-eq, ha experimentado una tendencia descendente en los últimos años (baja en el uso como anestésico), estabilizándose alrededor de los 2 kt CO<sub>2</sub>-eq. El SF<sub>6</sub>, aunque han mantenido una presencia relativamente baja en términos absolutos, ha mostrado cierta estabilidad en los valores reportados, con un ligero aumento en 2008 (3,7 kt CO<sub>2</sub>-eq) y una estabilización cercana a 2,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2021 y 2022. Los PFC, por su parte, han tenido una contribución casi insignificante en el total de las emisiones, reportándose por primera vez en 2020, pero sin representar un impacto relevante en el total del sector. Estos datos subrayan la importancia creciente de los HFC en la composición de las emisiones, lo que plantea nuevos retos en términos de mitigación.

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

FIGURA 4.9 Emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

### 4.1.4. Aspectos metodológicos generales del sector

Los gases inventariados en este sector fueron: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), PFC.

Para la estimación de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) se utilizaron las Directrices del IPCC de 2006.

Dado que las Directrices del IPCC de 2006 no presentan metodología para estimación de gases precursores, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se utilizaron factores de emisión de las Guías EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2019).

Las estimaciones se realizaron en el Software de Inventario del IPCC v 2.93 para los gases directos y las estimaciones de los gases precursores fueron realizadas en planillas electrónicas auxiliares.

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

La mayoría de los datos de actividad utilizados para realizar las estimaciones se obtuvieron directamente de las empresas del sector y, en otros casos, fueron tomados del Sistema de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente (MA). En los casos en que los datos disponibles eran únicamente de información de importaciones de productos, los mismos se obtuvieron directamente de la base de datos provista por la Dirección Nacional de Aduanas. Se utilizaron, además, algunos informes y anuarios estadísticos como medio de verificación de datos para este sector.

A continuación, se listan algunas de las fuentes utilizadas:

- Sistema de Información Ambiental.
- Informes empresariales.
- Información estadística nacional: Instituto Nacional de Estadística.
- Balance Energético Nacional (BEN).
- Base de datos de la Dirección Nacional de Aduanas.
- Información de HFC, PFC proporcionada por División Mitigación de la DINACC del MA.
- Anuario de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP).
- Inventario de SF<sub>6</sub> de Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE).

Para el cálculo se utilizó el método Nivel 1, según las Directrices del IPCC de 2006, excepto para las categorías de Producción de cemento, Producción de ácido sulfúrico y Producción de acero. Para la Producción de cemento se utilizó un método Tier 2, ya que se disponía de datos de producción de Clinker para las cuatro plantas. Respecto al factor de emisión, para tres de las plantas se utilizó un factor de emisión ajustado introduciendo la composición de CaO en clinker de cada planta, y en la cuarta un factor de emisión calculado por la empresa conforme al Protocolo del Cement Sustainable Initiative (CSI, por sus siglas en inglés).

Las emisiones del reciclaje de acero fueron estimadas con un método Tier 2, utilizando como dato de actividad la cantidad de carbono consumido en horno de arco eléctrico y la producción de acero. Para la Producción de ácido sulfúrico, se estimaron las emisiones de SO<sub>2</sub> con un método Tier 3, ya que se contó con los valores de emisión planta específicos medidos para cada año. Las emisiones de gases precursores se estimaron a partir de factores de emisión propuestos en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019) (algunos de los cuales coincidían con los propuestos en las Directrices del IPCC de 1996 revisadas).

En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI para los GEI directos.



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

TABLA 4.8 Métodos aplicados por categoría.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		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, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
2.A.	Industria de los minerales	T1, T2, NO	D, PE, NO										
2.B.	Industria química	T1, NO	D, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO				
2.C.	Industria de los metales	T2, NO,	D, NO		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	D	T1	D		
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NO	NO	T1	D	NO	NO	NO	NO	T1	D
2.H.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

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) PE (Planta específico)

### 4.2. Categoría Industria Mineral (CRT 2A)

#### 4.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y GEI precursores (CO<sub>2</sub>DM), relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales (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 general, las emisiones la categoría Industria Mineral en Uruguay están dominadas por la producción de cemento, que ha mostrado variaciones significativas dependiendo del ciclo económico y la inversión en infraestructura. La producción de cal ha mostrado un crecimiento importante en la última década, aunque ha experimentado una reciente disminución. La producción de vidrio ha sido inconsistente debido al cierre de la planta productora, mientras que los otros usos de carbonatos han mantenido contribuciones marginales pero estables. Estos cambios reflejan no solo las condiciones económicas del país, sino también la capacidad industrial especialmente en la producción de cemento y la actividad de la construcción.

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

**TABLA 4.9** Industria Mineral: Total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq).

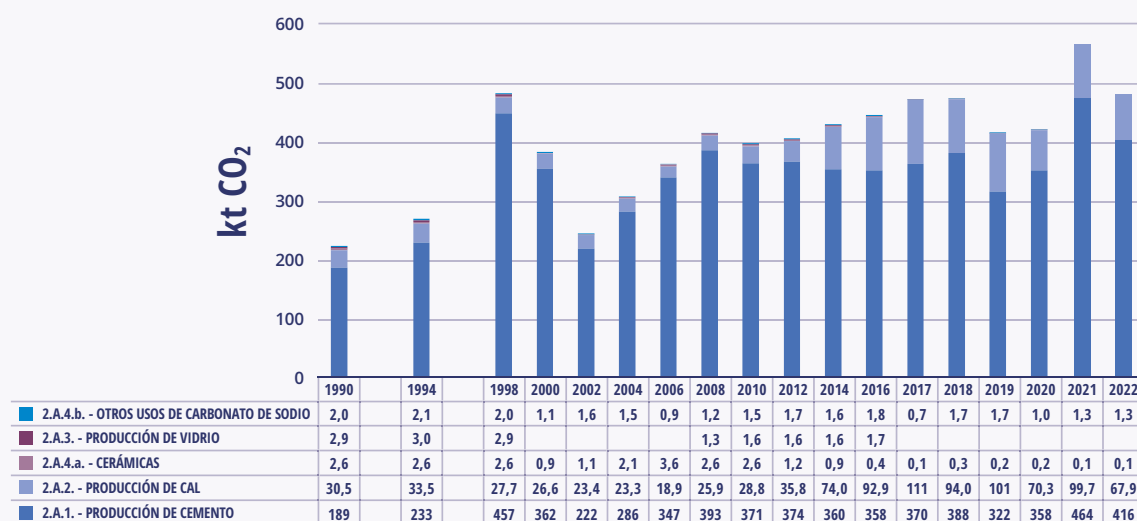
	2.A.1. - Producción de cemento	2.A.2. - Producción de cal	2.A.3. - Producción de vidrio	2.A.4. - Otros usos en procesos de carbonatos	2.A.5. - Otros	TOTAL
1990	189	30,5	2,9	4,6	NO	227
1994	233	33,5	3,0	4,7	NO	274
1998	457	27,7	2,9	4,6	NO	492
2000	362	26,6	NO	2,0	NO	390
2002	222	23,4	NO	2,8	NO	249
2004	286	23,3	NO	3,6	NO	313
2006	347	18,9	NO	4,5	NO	370
2008	393	25,9	1,3	3,7	NO	424
2010	371	28,8	1,6	4,1	NO	405
2012	374	35,8	1,6	2,9	NO	414
2014	360	74,0	1,6	2,4	NO	438
2016	358	92,9	1,7	2,2	NO	455
2017	370	111	NO	0,8	NO	482
2018	388	94,0	NO	2,0	NO	484
2019	322	101	NO	1,9	NO	424
2020	358	70,3	NO	1,3	NO	430
2021	464	100	NO	1,4	NO	565
2022	416	67,9	NO	1,4	NO	485

Fuente: elaboración propia  
NO: No Ocurre; NE: No Estimado

El análisis tendencial general de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la categoría Industria Mineral (2.A) en Uruguay muestra un crecimiento a lo largo de la serie histórica. En 1990, las emisiones totales de la categoría fueron de 227 kt CO<sub>2</sub>-eq, y para 2022 alcanzaron las 485 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa un aumento total de 113,5 % durante el período de análisis. Esta tendencia refleja un incremento significativo en la actividad industrial, especialmente en la producción de cemento y cal, que han sido los principales motores de las emisiones de esta categoría.

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

FIGURA 4.10 Industria Mineral: total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq).



Fuente: elaboración propia

El crecimiento general de la categoría se ha debido principalmente a la Producción de cemento (2.A.1.), que en 2022 representó 85,7% del total de las emisiones de esta categoría. Sin embargo, otras subcategorías también han tenido aportes relevantes.

La Producción de cal (2.A.2.) ha sido la segunda mayor contribuyente, con un aporte del 14% en 2022. Esta subcategoría experimentó un aumento, debido a un incremento en la demanda de cal para consumo local, plantas de celulosa y exportación. A pesar de una disminución posterior, sigue manteniendo una porción significativa del total de emisiones del sector.

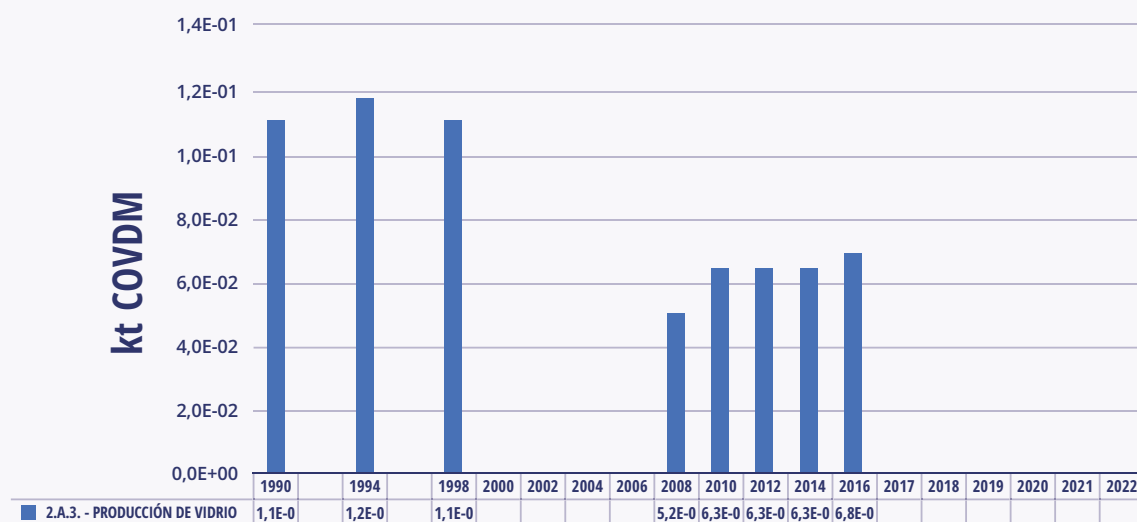
En el caso de la Producción de vidrio (2.A.3.), las emisiones fueron muy bajas o nulas en ciertos años debido al cierre intermitente de la planta productora. En los años en que la planta operó, como en 1998, la contribución de esta subcategoría fue del 1,3% del total de la categoría Industria Mineral. A partir de los años 2000, las emisiones de esta subcategoría prácticamente desaparecieron, indicando el cese de las operaciones.

Finalmente, los otros usos en procesos de carbonatos (2.A.4.), que incluyen cerámicas y otros usos de carbonato de sodio, tuvieron una contribución mínima al total de emisiones, representando solo el 0,6 % en conjunto en 2022. Aunque estas subcategorías han tenido fluctuaciones menores, la tendencia ha sido de estabilidad o reducción en los últimos años, reflejando una menor actividad en estos procesos industriales.

Las emisiones de COVDM en la Industria mineral son función de la producción nacional de vidrio; se puede observar en la serie que entre los años 1999-2007 no hubo producción nacional y tampoco a partir del año 2017.

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

FIGURA 4.11 Industria Mineral: total de COVDM por subcategoría (kt)



Fuente: elaboración propia

### 4.2.2. 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 CO<sub>2</sub> de la Producción de cemento a partir de datos actividad planta específico de la producción de clinker y utilizando técnicas de empalme para asegurar la coherencia de la serie temporal. Las restantes subcategorías fueron estimadas con método de Nivel 1.

En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

TABLA 4.10 Industria de los minerales: métodos aplicados por subcategoría.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.A.	Industria de los minerales	T1, T2, NO	D, PE NO										
2.A.1.	Producción de cemento	T2	D, PE										
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 PE: Planta específico  
Fuente: elaboración propia

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

### 4.2.3. Producción de cemento (CRT 2.A.1.)

El cálculo de las emisiones para las subcategorías se realizó a través de libros de cálculo y Software de inventarios del IPCC v 2.93.

#### 4.2.3.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría abarca las emisiones de CO<sub>2</sub> generado por la calcinación de piedra caliza durante la elaboración del clinker para la producción de diversos tipos de cemento. Incluye las emisiones asociadas a la generación de CKD (polvo de horno de cemento). No se consideran emisiones adicionales por la incorporación de piedra caliza molida al cemento o su clinker ni las emisiones de la producción de la cal que pueda agregarse que se contabilizan en la subcategoría correspondiente (2.A.2.). Las plantas que elaboran cemento a partir de clinker importado o comprado a otras empresas se asumen libres de emisión de CO<sub>2</sub> ya que sus emisiones son contabilizadas en el lugar de producción del clinker (IPCC, 2006).

#### 4.2.3.2. Tendencia de las emisiones

El análisis de las tendencias en la Producción de cemento (2.A.1.) en Uruguay muestra un crecimiento sostenido y cíclico a lo largo de las décadas, con fluctuaciones que responden a políticas de inversión en infraestructura, cambios en el contexto económico y modernización de las plantas productoras. Entre 1990 y 2022, la producción de cemento experimentó un crecimiento significativo. Las emisiones de esta subcategoría pasaron de 189 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 416 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un aumento del 120%.

Este crecimiento se debe principalmente a la actividad de construcción en el país, impulsado por importantes proyectos de infraestructura, como el Plan Nacional de Infraestructura, que incluyó inversiones en carreteras, puentes y puertos, así como la construcción de plantas industriales como las plantas de celulosa.

Un punto de inflexión importante ocurrió en 2011, cuando el país alcanzó uno de sus máximos niveles de actividad en el sector de la construcción, con un uso cercano al 92% de la capacidad instalada de producción de cemento. Sin embargo, entre 2014 y 2016 se observó una caída en la demanda interna de cemento, lo que se tradujo en una disminución en las emisiones. Este periodo coincidió con una desaceleración económica y la finalización de varios proyectos de infraestructura clave.

En 2021, la producción de cemento mostró signos de recuperación, impulsada por la reactivación de proyectos de infraestructura y la inauguración de nuevas plantas. La disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> de la Producción de cemento entre 2021 y 2022, que pasó de 463,9 kt CO<sub>2</sub>-eq a 415,7 kt CO<sub>2</sub>-eq, representa una caída cercana al 10,4%,

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

debido a una disminución en la producción de clinker. Esta baja puede explicarse por una combinación de factores tanto económicos como de dinámica de mercado como ser: finalización de grandes obras a nivel nacional o el exceso relativo de oferta (en un contexto de demanda estable o decreciente) generado por la entrada de nuevos actores.

### 4.2.3.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el Tier 2 se utilizan las **ecuaciones 2.2 y 2.4** propuestas por las Directrices del IPCC de 2006 utilizando los datos de clinker, contenido de CaO en clinker y factor de corrección para CKD. Para la planta que informa el factor de emisión se multiplica el volumen físico de clinker por dicho factor.

**TABLA 4.11** Producción de cemento: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $\sum i (M_{cl} \text{ (ton)} * Ef_{cl} * CF_{ckd}) / 1.000^a$		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> proveniente de la producción de cemento	kt
M <sub>cl</sub>	Peso (masa) de clinker producido	ton
Ef <sub>cl</sub>	Factor de emisión para el Clinker no corregido para el CKD-b	ton CO <sub>2</sub> /ton Clinker
CF <sub>ckd</sub>	Factor corrector de las emisiones para el CKD-c	adimensional

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol. 3, Cap. 2, ecuación 2.2, p 2.10.

b. Se ajusta por % CaO, planta específico o nacional.

c. Se consideran los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, CKD=1 en los casos que reporta la planta de producción sin pérdidas y CKD=1,02 por defecto cuando no se tiene información de acuerdo con las (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 2, p 2.13 - 2.14).

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 4.12** Producción de cemento: Corrección del Factor de Emisión por porcentaje de CaO

FE = $FE_{cl \text{ IPCC } 2006} * \% \text{ CaO} / \% \text{ CaO}_{\text{IPCC } 2006}^a$		
Factor	Descripción	Unidad
FE	Factor de emisión para el Clinker	ton CO <sub>2</sub> /ton clinker
FE <sub>cl IPCC 2006</sub>	Factor de emisión para el Clinker por defecto <sup>b</sup>	ton CO <sub>2</sub> /ton clinker
% CaO	% de CaO en el Clinker de referencia (planta específico o nacional)	ton CaO/ton clinker
% CaO <sub>IPCC 2006</sub>	% de CaO en el Clinker por defecto <sup>b</sup>	ton CaO/ton clinker

**Notas:**

a. Factor de emisión para el Clinker (IPCC, 2006, Vol 3, Cap 2, ecuación 2.4, p 2.13).

b. Factor de emisión por defecto (0.51 ton CO<sub>2</sub>/ton Clinker) en base a una relación tonelada CaO / Tonelada Clinker = 0.65 (Directrices del IPCC de 2006, Vol. 3, Cap. 2, p 2.13).

Fuente: elaboración propia.

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

Hasta el año 2021, funcionaron en el país tres plantas productoras de clinker, dos pertenecientes a una misma empresa. A partir de 2021, se suma una cuarta planta perteneciente a una tercera empresa.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se determinan mediante el producto del volumen físico de clinker elaborado y un factor de emisión, con valores por planta.

Se cuenta con datos nacionales de producción de cemento (para toda la serie temporal), de producción de cemento y clinker por planta (a partir de 2000 para dos de las plantas y de 2017 para la tercera) de contenido de CaO en Clinker por planta para dos plantas y de FE específico para la tercera calculado por la empresa conforme al Protocolo del WBCSD (los tres casos a partir de 2017). Para la planta que comienza en 2021 se cuenta con los datos de producción de cemento y el tipo de cemento producido (de acuerdo a clasificación del Reglamento Técnico y la norma UNIT 20:2022,).

Se utilizan técnicas de empalme de superposición parcial siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006 para asegurar la coherencia de la serie temporal.

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

**TABLA 4.13** Producción de cemento: Fuentes de información consideradas.

Planta productora	Período	Método	Fuentes de datos
Planta 1	1990–1998	T2 por empalme con T1 mediante superposición parcial	Cemento: Instituto Nacional de Estadística
			Importación/Exportación clinker: Aduana - <b>a</b>
			%CaO: valor nacional empresa
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para sistemas sin pérdidas - <b>b</b>
	2000–2022	T2	Clinker: proporcionado por la Planta y DJR SIA - <b>c</b>
			%CaO: valor planta informado por la empresa - <b>d</b>
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para sistemas sin pérdidas - <b>b</b>
Planta 2	1990–1998	T2 por empalme con T1 mediante superposición parcial	Cemento: Instituto Nacional de Estadística
			Importación/Exportación clinker: Aduana - <b>a</b>
			%CaO: valor nacional empresa
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para sistemas sin pérdidas - <b>b</b>
	2000–2022	T2	Clinker: proporcionado por la Planta y DJR SIA - <b>c</b>
			%CaO: valor planta informado por la empresa - <b>d</b>
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para sistemas sin pérdidas - <b>b</b>
Planta 3	1990–2016	T2 por empalme con T1 mediante superposición parcial	Cemento: Instituto Nacional de Estadística
			Importación/Exportación clinker: Aduana - <b>a</b>
			FE: valor planta proporcionado por la empresa, incluye CKD - <b>e</b>
	2017–2022	T2	Clinker: proporcionado por la Planta y DJR SIA - <b>c</b>
			FE: valor planta proporcionado por la empresa, incluye CKD - <b>e</b>
Planta 4	2020	T2	Clinker: proporcionado por la Planta y DJR SIA - <b>c,g</b>
			%CaO: valor promedio nacional - <b>f</b>
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 cuando no se tienen datos - <b>a</b>
	2021	T2 por empalme con T1 mediante superposición parcial	Cemento: DJR SIA
			Clinker: contenido de clinker promedio del rango reglamentado para la clase producida verificado con T1 - <b>g</b>
			%CaO: valor promedio nacional - <b>f</b>
			CKD: Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 cuando no se tienen datos - <b>b</b>

a. Tomado de (CEEIC, 2021). Análisis de la competencia en el mercado de insumos del sector construcción.

b. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 2, p 2.13 - 2.14.

c. Sistema de Información Ambiental

d. A partir de 2017 informado por la planta. Hasta 2017 estimado en función de la composición del clinker y de que el contenido de CaO en clinker observado permanece estable dentro entre el 1 y 2 % (conforme a Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 2, p2.13)

e. Calculado por la empresa conforme al Protocolo del World Business Council for Sustainable Development

f. Valor promedio de las plantas 1 y 2.

g. El valor de producción de clinker de 2020, incluye clinker producido durante la puesta en servicio de la planta, no usado en la producción (descarte) por lo que no es representativo de la línea de producción.

h. Reglamento Técnico (Decreto N° 97/019 de 08/04/2019) y Norma Técnica UNIT 20: 2022

Fuente: elaboración propia.



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

La información cubre toda la categoría para todos los años del inventario. Todas las plantas productoras de cemento y de Clinker están identificadas, la producción está centralizada en un grupo pequeño de empresas claramente identificadas. En relación con las importaciones y exportaciones de clinker, históricamente la producción se destina principalmente al mercado interno y las importaciones son puntuales y no significativas<sup>20</sup>.

No se tienen datos sobre la fracción del CaO de fuentes no carbonatadas por lo que se asumen los datos por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, en línea con el método T2.

---

**TABLA 4.14** Producción de cemento: Toneladas de clinker total nacional.

Año	Toneladas del Clinker
1990	357663
1994	440339
1998	864564
2000	685995
2002	420647
2004	541068
2006	653909
2008	737532
2010	694496
2012	700568
2014	665068
2016	671246
2017	692111
2018	725653
2019	605738
2020	670983
2021	868169
2022	787271

Fuente: elaboración propia

---

<sup>20</sup> En base a análisis de mercado (CEEIC, 2021) y Primera CDN (Poder Ejecutivo, 2017)

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

La determinación de las emisiones de SO<sub>2</sub> quedan comprendidas en las emisiones reportadas en el Sector Energía, dado que el FE utilizado por defecto (EMEP/CORINAIR 2019) considera las emisiones de la quema de combustible y del proceso industrial. Se reporta en IPPU como IE.

### 4.2.3.4. 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 las empresas o declaraciones juradas de las mismas, 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 (Cuadro 2.3.; Capítulo 2 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006) de: contenido de CaO en clinker, la suposición del 100% de CaO proviene de carbonatos, suposición de calcinación al 100%, suposición que los carbonatos son 100% CaCO<sub>3</sub> y CKD. La selección se realizó en base a las circunstancias nacionales (datos proporcionados por plantas). La tabla siguiente 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 4.15** Producción de cemento: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.1.	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	1,5	2,9	3,26

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 3).

### 4.2.3.5. Consistencia de la serie temporal

A lo largo de la serie temporal, ha habido una mejora en la calidad de la información recabada, en un contexto de evolución técnica y productiva. La coherencia de la serie se aseguró mediante la aplicación de la técnica de superposición parcial de las series de datos obtenidos utilizando la metodología de los niveles 1 y 2 (T1, T2) en base a los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006, encontrándose una consistencia adecuada entre ambos conjuntos de datos.

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

### 4.2.4. Producción de cal (CRT 2.A.2.)

#### 4.2.4.1. Descripción de la subcategoría

El proceso productivo de la cal consta de varias etapas, extracción de la piedra, trituración, calibrado, calcinación a altas temperaturas y tratamientos posteriores cuando se requiere (por ejemplo, hidratación para la producción de cal hidratada)<sup>21</sup>.

Dentro de esta subcategoría se considera únicamente la emisión de CO<sub>2</sub> generado por la descarbonatación de la piedra caliza (calcítica o dolomítica) durante su calcinación para producir óxido de calcio (CaO o cal viva).

La cal se puede producir para comercializar o como producto intermedio dentro de un proceso. En nuestro país se produce mayormente cal para comercializar de origen calcítico y de manera marginal de origen dolomítico. Como producto intermedio se produce cal de tipo calcítico en la industria papelera.

En algunos usos, la cal puede reaccionar con CO<sub>2</sub> para volver a formar carbonato de calcio. No se identifican posibles procesos de recarbonización (a declararse bajo la categoría 2H. Otros)<sup>22</sup>.

#### 4.2.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

Entre 1990 y 2022, las emisiones de CO<sub>2</sub> en la Producción de cal (2.A.2.) en Uruguay crecieron de 30,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 67,9 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un aumento total del 123% a lo largo de este período. Este crecimiento refleja principalmente la expansión del sector de la construcción en el país, que demandó grandes cantidades de cal para proyectos de infraestructura, así como el impacto del autoconsumo de caliza en las plantas de celulosa.

Entre 1990 y 2017, las emisiones de la producción de cal aumentaron de 30,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 111 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2017, lo que representa un incremento del 264%. Este aumento estuvo impulsado principalmente por el crecimiento del sector de la construcción, que demandó grandes cantidades de cal para proyectos de infraestructura vial y otras obras públicas. En estos años, Uruguay experimentó una expansión importante en el desarrollo de infraestructuras, lo que incrementó la producción y las emisiones de cal.

<sup>21</sup> (IPCC, 2006, Vol. 3, p. 2.22)

<sup>22</sup> (IPCC, 2006, Vol. 3, p. 2.22)

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

A partir de 2007, con la puesta en operación progresiva de plantas de celulosa, el autoconsumo de caliza por parte de estas plantas contribuyó al incremento de las emisiones. La reposición de caliza en el ciclo de caustificación para compensar las impurezas acumuladas agrega una demanda adicional a la producción de cal.

Desde 2017, las emisiones comenzaron a disminuir, alcanzando 67,9 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa una reducción del 38,8% desde el pico en 2017. Esta disminución puede explicarse por la finalización de varios grandes proyectos de infraestructura, que redujo la demanda de cal en el sector de la construcción y baja demanda en el sector.

### 4.2.4.3. Aspectos metodológicos

Las emisiones se estiman utilizando el método de Tier 1 de las Directrices del IPCC del 2006 para el cálculo del CO<sub>2</sub>.

De acuerdo con la metodología Tier 1 (IPCC, 2006), la emisión de CO<sub>2</sub> se determina aplicando un factor de emisión a la cantidad total producida. Para los factores de emisión se toman los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 basados en los cocientes estequiométricos para cal de origen calcítico o dolomítico<sup>23</sup>, según corresponda.

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de cal, se utiliza la ecuación de la siguiente conforme a los criterios propuestos por las Directrices del IPCC 2006 para el Tier 1.

**TABLA 4.16** Producción de cal: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $\sum c (M_c \cdot E_{fc}) + \sum d (M_d \cdot E_{fd}) / 1.000$ <sup>a</sup>		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> proveniente de la producción de cemento	kt
Mc	Peso (masa) de cal calcítica <sup>b</sup>	ton
Md	Peso (masa) de cal dolomítica <sup>b</sup>	ton
Efc	Factor de emisión para cal calcítica <sup>c</sup>	ton CO <sub>2</sub> /ton Clinker
Efd	Factor de emisión para cal dolomítica <sup>c</sup>	ton CO <sub>2</sub> /ton Clinker

**Notas:**

a. (IPCC, 2006, v3, Ecuación 2.6, p 2.23).

b. Valores de cal producida por las empresas. Para los casos que se informa reposición de piedra caliza, la masa de cal se calcula por estequiometría.

c. Valores por defecto (IPCC, 2006, v3, cuadro 2.4 p. 2.26).

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

<sup>23</sup> (IPCC, 2006, Vol. 3, cuadro 2.4, p 2.26)

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

El cálculo de Cal producida a partir de la reposición de piedra caliza para autoconsumo se estima en base a la estequiometría de la reacción ( $\text{CaCO}_3 + \text{calor} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ) utilizando la siguiente fórmula.

**TABLA 4.17** Producción de cal: Cálculo de la masa de cal producida para autoconsumo.

$$\text{Cal de reposición (ton)} = \text{piedra caliza de reposición (ton CaCO}_3\text{)} * \text{Peso Molecular CaO} / \text{Peso Molecular CaCO}_3$$

Fuente: Elaboración propia

A lo largo de la serie temporal se mantienen la fuente de datos tanto para los valores de actividad como para los factores de emisión.

**TABLA 4.18** Producción de cal: Fuentes de datos de actividad y factores de emisión.

Período	Datos de Actividad		factor de Emisión		
	Fuente	Descripción	Tipo	Fuente	Descripción
1990–2014	Empresas del sector	Toneladas de producción de cal, % de dolomítica cuando se produce.	D	IPCC 2006 <sup>b</sup>	FE calcítica = 0,75 ton CO <sub>2</sub> /ton cal
2014–2022	Empresas del sector, DJR <sup>a</sup>	Toneladas de producción de cal y, % de dolomítica cuando se produce <sup>c</sup> .			FE dolomítica=0,77 ton CO <sub>2</sub> /ton cal
	Empresas papeleras	Reposición de piedra caliza y/o producción de cal <sup>d</sup> .	D	IPCC 2006 <sup>b</sup>	FE calcítica = 0,75 ton CO <sub>2</sub> /ton cal

**Notas:**

a. SIA: Declaraciones Juradas de Residuos de las empresas del sector (Subramo 2394.0-0) a partir de 2014.

b. (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap2, Cuadro 2.4., p 2.26).

c. El tipo de cal producida se releva mediante consulta directa a las empresas.

d. Consulta directa a las empresas.

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

La información cubre toda la categoría para todos los años del inventario. Se releva a nivel planta el dato de producción con destino comercial y la cal producida para autoconsumo. Respecto a esta última, se considera la cal producida o la reposición de piedra caliza. No ocurre la doble contabilización de emisiones respecto a la producción de cal hidráulica ya que es derivada de la producción de cal viva y no se contabiliza.

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

TABLA 4.19 Producción de cal: Producción de cal por tipo (t).

Año	Dolomítica (t)	Calcítica (t)
1990	NO	40723,2
1994	NO	44717,3
1998	NO	36920,6
2000	NO	35486
2002	NO	31235
2004	NO	31091,15
2006	NO	25137
2008	452,24	34039,68
2010	423,02	37919,66
2012	1768,19	45943,47
2014	NO	98657,34
2016	NO	123876,5
2017	NO	147969,4
2018	NO	125393,2
2019	NO	134533,5
2020	NO	93790,51
2021	NO	132980
2022	NO	90498

Fuente: elaboración propia

### 4.2.4.4. 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.

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 siguiente tabla 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.

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

TABLA 4.20 Producción de cal: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.2.	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	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).

### 4.2.4.5. Consistencia de la serie temporal

Se cuenta con datos para toda la serie y no hay cambios en las fuentes de datos ni la metodología empleada por lo que no es necesario la utilización de técnicas de empalme. Se analiza la evolución de los datos mediante gráficos de tendencia de manera de monitorear posibles puntos de revisión.

### 4.2.5. Producción de vidrio (CRT 2.A.3.)

#### 4.2.5.1. Descripción de la subcategoría

Las principales materias primas del vidrio que emiten CO<sub>2</sub> durante el proceso de fundición son: la piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>), la dolomita Ca, Mg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y la ceniza de sosa (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Estos materiales, allí donde se extraen como carbonatos minerales para ser utilizados en la industria del vidrio, representan una producción primaria de CO<sub>2</sub> y deben incluirse en las estimaciones de emisiones.

En Uruguay no existe actualmente producción de vidrio.

#### 4.2.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la Producción de vidrio (2.A.3.) en Uruguay refleja una historia de cierres y reactivaciones a lo largo del tiempo, que explica las variaciones observadas en la serie de emisiones. En 1998, las emisiones alcanzaron su punto máximo con 2,9 kt CO<sub>2</sub>, pero ese mismo año la planta productora cesó sus actividades, lo que condujo a la desaparición temporal de esta subcategoría como fuente de emisiones.

A partir de 2008, la producción de vidrio se reactivó con un enfoque en el reciclaje de vidrio, lo que permitió reducir las emisiones, aunque siguieron siendo mínimas comparadas con los niveles previos al cierre. Sin embargo, en 2016, la planta cerró definitivamente, lo que provocó que las emisiones asociadas a la producción de vidrio cayeran a cero a partir de ese momento. Para 2022, no se registraron emisiones en

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

esta subcategoría, ya que no existe producción activa de vidrio en el país desde el último cese de operaciones. Este contexto de cierres y reactivaciones intermitentes explica las fluctuaciones observadas en la serie histórica de emisiones y la eventual desaparición de la producción de vidrio como fuente significativa de emisiones de CO<sub>2</sub> en Uruguay.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>DM en la Industria mineral son función de la producción nacional de vidrio; se puede observar en la serie que entre los años 1999-2007 no hubo producción nacional y tampoco a partir del año 2017.

### 4.2.5.3. Aspectos metodológicos

Para los años en los cuales se registró producción se estimaron las emisiones con T1, según la Ecuación 2.10 del Volumen 3 Capítulo 2 de las Directrices del IPCC del 2006.

**TABLA 4.21** Producción de vidrio: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (t) = Mg · EF · (1-CR)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> proveniente de la producción de cal - <b>a</b>	t
Mg	Masa de vidrio producido	ton
EF	Factor de emisión por defecto para la fabricación del vidrio - <b>b</b>	ton CO <sub>2</sub> /ton vidrio
CR	Proporción de cullet para el proceso, por defecto - <b>c</b>	fracción

**Notas:**

a. (IPCC, 2006, Vol 3, Cap. 2 Ecuación 2.10).

b. Valor de Factor de Emisión por defecto IPCC, 2006, Vol 3, Cap. 2 Ecuación 2.13.

c. Valor por defecto: IPCC, 2006, Vol 3, Cap. 2 Sección 2.4.1.3).

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

Para los años de producción los datos fueron extraídos de solicitudes ambientales (y otros informes) de la planta de producción, presentados ante el Ministerio de Ambiente.



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

TABLA 4.22 Producción de vidrio: Producción anual (t).

Año	Vidrio (t)
1990	25000
1994	26277
1998	25085
2000	NO
2002	NO
2004	NO
2006	NO
2008	11500
2010	14000
2012	14000
2014	14000
2016	15075
2017	NO
2018	NO
2019	NO
2020	NO
2021	NO
2022	NO

NO: No Ocurre  
Fuente: elaboración propia

Para la estimación de las emisiones de COVDM se estimaron con el Factor de emisión propuesto en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019).

### 4.2.5.4. Incertidumbres

Se considera la incertidumbre de los datos de actividad por la aproximación a los datos de uso de carbonatos, según las incertidumbres por defecto propuestas en la sección 2.4.2. del Capítulo 2; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La siguiente tabla presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la *producción de vidrio*. La incertidumbre combinada de la subcategoría se estimó por propagación del error.

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

TABLA 4.23 Producción de vidrio: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.3.	Producción de vidrio	CO <sub>2</sub>	5,0	60,0	60,2

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 (Sección 2.4.2; Capítulo 2; Volumen 3).

### 4.2.6. Otros usos de los carbonatos en los procesos (CRT 2.A.4.)

#### 4.2.6.1. Descripción de la subcategoría

Además de su uso para producción de cemento, cal y vidrio (subcategorías 2.A.1, 2.A.2, 2.A.3), los carbonatos son consumidos por otras varias industrias de los minerales. Esta subcategoría se divide en cuatro sectores, la producción de cerámicas, usos de la ceniza de sosa o carbonato de sodio (distintos de la elaboración de vidrio), la producción de magnesita no metalúrgica, y el último que engloba otros usos de los carbonatos con potencial de emisiones GEI no incluidos en las anteriores (IPCC, 2006). En Uruguay se identifican en esta subcategoría la producción de cerámicas a partir de la extracción de arcillas y usos de carbonato de sodio.

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* para los inventarios nacionales de GEI el carbonato de sodio es utilizado 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 producen la liberación de CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006). Puesto que el uso de ceniza de sosa para la producción de vidrio es considerado en otra categoría, en esta sección solamente se consideran otros usos. La ceniza de sosa utilizada es importada, pues en el país no hay producción de este insumo. Para los años en los cuales se registró producción de vidrio, se descuentan de las importaciones, el consumo con destino para vidrio.

#### 4.2.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

A lo largo de la serie histórica, las emisiones en la categoría 2.A.4. - Otros usos en procesos de carbonatos han mostrado variaciones en la contribución relativa de cada subcategoría. En la subcategoría 2.A.4.a. - Producción de cerámicas, las emisiones han disminuido significativamente desde 1990, cuando representaban el 56,5% de las emisiones de la categoría 2.A.4., con 2,6 kt CO<sub>2</sub>-eq de un total de 4,6 kt CO<sub>2</sub>-eq. Sin embargo, para 2022, la producción de cerámicas solo representó el 7,1%, reflejando una marcada caída en la actividad productiva del sector cerámico en Uruguay.

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

Por otro lado, las emisiones de la subcategoría 2.A.4.b. - Otros usos de carbonato de sodio han mantenido una contribución más estable y creciente a lo largo del tiempo. En 1990, representaban el 43,5% del total de la categoría con 2,0 kt CO<sub>2</sub>-eq, y en 2022 llegaron a representar el 92,9% con 1,3 kt CO<sub>2</sub>-eq. Esto refleja la mayor estabilidad de la demanda de carbonato de sodio en diferentes procesos, en comparación con el declive en la producción de cerámicas.

La tendencia muestra un desplazamiento en el peso relativo dentro de la categoría 2.A.4, con un dominio creciente de los otros usos de carbonato de sodio y una contracción continua en la Producción de cerámicas.

### 4.2.6.3. Aspectos metodológicos

En ambas subcategorías se utiliza un T1, considerando que en país no hay datos disponibles sobre las entradas de los carbonatos a los diferentes procesos (salvo para los años de producción de vidrio).

Se utiliza la ecuación propuesta por las Directrices del IPCC de 2006 para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> basada en la masa de carbonato de sodio consumido.

**TABLA 4.24** Otros usos de Carbonatos en los Procesos: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $M_{c(ton)} \cdot E_{fc}/1.000$ <sup>a</sup>		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	kt
Mc	Peso (masa) de carbonato consumido <sup>b</sup>	ton
Efc	Factor de emisión para el carbonato	ton CO <sub>2</sub> /ton carbonato

**Notas:**

a. (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 2, Ecuación 2.14, p 2.38)

b. Cuando ocurre la producción de vidrio se resta la fracción del carbonato de sodio estimada para este uso. Para cerámica se estima a partir de las arcillas extraídas considerando un contenido de 10% de carbonato.

c. Se considera EF=0,41492 ton CO<sub>2</sub>/ton Carbonato, valor por defecto para el carbonato sódico. (IPCC, 2006, v3, c2, tabla 2.1, p2.7) y EF=0,43971 ton CO<sub>2</sub>/ton Carbonato, asumiendo que el origen es 100% CaCO<sub>3</sub>, en función de las características nacionales.

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

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

Para la producción de cerámicas el dato de actividad se estima en función de la cantidad de arcilla producida (INE con datos DINAMIGE). A saber, se consideró:

- Arcilla para cerámica blanca: utilizada para la fabricación de porcelana artística, loza de mesa, loza sanitaria, porcelana eléctrica y azulejos, fabricación de alumbre para tratamiento de aguas.
- Arcilla para cerámica roja: empleada en la fabricación de ladrillos, tejas, ticholos, baldosas. Se utiliza además en algunos productos industriales.
- Arcilla refractaria: empleada en la elaboración de materiales refractarios.

Para la estimación de las emisiones se asumió una composición del 10% de carbonatos en arcillas, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 y se utilizó el FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 4.25** Producción de cerámica: Fuentes de datos de actividad y factores de emisión.

Período	Datos de Actividad		factor de Emisión		
	Fuente	Descripción	Tipo	Fuente	Descripción
1990–2022	INE-DINAMIGE	Extracción de arcillas	D	IPCC 2006	FE = 0,43971 ton CO <sub>2</sub> /ton Carbonato, (100% CaCO <sub>3</sub> ) <sup>a</sup>

**Notas:**

a. (Directrices del IPCC de 2006, Vol. 3, Cap2, tabla 2.1, p. 2.7)

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

Para las emisiones de uso de carbonato de sodio, se estima a partir de datos de importaciones provenientes de Aduanas y factor de emisión por defecto (T1) de las Directrices del IPCC de 2006, restándose el consumo para vidrio.

Desde 1990 a 1998 no se cuenta con información de importaciones y el dato de actividad y se estima en función de la producción de vidrio como dato sustituto (ver coherencia de la serie temporal)

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

**TABLA 4.26** Otros usos de carbonato de sodio: Fuentes de datos de actividad y factores de emisión.

Período	Datos de Actividad		factor de Emisión		
	Fuente	Descripción	Tipo	Fuente	Descripción
1990-1994	Se estiman utilizando la producción de vidrio como dato subrogante (a).	Toneladas de carbonato de sodio importado, no se distinguen usos.	D	IPCC 2006 (c)	FE = 0,41492 ton CO <sub>2</sub> /ton Carbonato
1998-2021	Dirección Nacional de Aduanas (b)				
1990-1998 2008-2016	Informe técnico del sector e Informe Ambiental Resumen (d)	Consumo de carbonato para Producción de vidrio (ton)			

**Notas:**

- a. A partir del análisis de la relación Carbonato/producción de vidrio para los años que se cuenta con información.
- b. Estadísticas DUA rubro 283620 a partir del año 2000 y centro de cómputos para los años anteriores, no publicados.
- c. (Directrices del IPCC de 2006, Vol. 3, Cap 2, tabla 2.1, p. 2.7).
- d. Análisis y evolución del negocio del vidrio hueco en Uruguay (Gonella, Muñoz, Wallace;2009). Diseño y fabricación semi artesanal con vidrio en Uruguay (Nallem, 2017). Informe Ambiental Resumen de Envidrio (2018).

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

La producción de carbonato de sodio no ocurre a nivel nacional. Los datos se toman directo de los registros nacionales de importaciones de Aduanas, para los años en que ocurre producción nacional de vidrio, se descuenta el carbonato asignado a esta subcategoría. Para los años 1990 y 1994 (dos primeros de la serie), no se cuenta con datos de actividad y se estiman a partir de la relación con el dato de producción de vidrio.

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

TABLA 4.27 Otros usos de carbonato de sodio: datos de actividad

Año	Carbonato de sodio importado (t)	Arcillas (t)
1990	4767	5943*
1994	5010	5943*
1998	4783	5943
2000	2696	2045
2002	3937	2608
2004	3679	4752
2006	2245	8217
2008	2808	5841
2010	3539	5923
2012	4176	2667
2014	3805	1958
2016	4281	872
2017	1588	269
2018	4026	696
2019	4037	552
2020	2527	529
2021	3130	121
2022	3158	126

\*Se mantiene valor de 1998  
Fuente: elaboración propia

No se cuenta con información de otros datos de la distribución en los distintos usos por lo que se contabilizan todas las emisiones asociadas al uso de carbonato de sodio en esta categoría. Se identifica como mejora.

### 4.2.6.4. 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. Se estima la incertidumbre de los DA considerando la incertidumbre por la atribución (sector/industria 3%) y por el contenido y proporción de los carbonatos considerados (3%). Ambos componentes se combinan por propagación de error (4,2%).

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

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 siguiente 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 4.28** Otros usos de los carbonatos en los procesos: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.A.4.a.	Producción de cerámica	CO <sub>2</sub>	3,0	4,2	5,2
2.A.4.b.	Otros usos de carbonato de sodio	CO <sub>2</sub>	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).

### 4.2.6.5. Consistencia de la serie temporal

Para la Producción de cerámica se utilizaron las mismas fuentes de datos de actividad y factores de emisión.

Para Otros usos de carbonato de sodios se analizó la relación entre las toneladas de carbonato de sodio importado y las toneladas de vidrio producido en el país, encontrándose una consistencia adecuada. Se utilizó el método de dato sustituto (cantidad de vidrio producida) en línea con las Directrices del IPCC de 2006, para estimar los datos de carbonato de sodio para los años 1990 y 1994.

Para las arcillas se completa la serie temporal 1990 y 1994 manteniendo el valor de 1998 de forma conservadora.

## 4.3. Industria química (CRT 2.B)

### 4.3.1. Descripción de la subcategoría

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.

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

Las subcategorías asociadas son las siguientes (IPCC, 2006):

- 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
- 2.B.9. Producción fluoroquímica
- 2.B.10. Otros

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> 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. Adicionalmente, se registran emisiones de SO<sub>2</sub>, provenientes de la producción de ácido sulfúrico, que se reportan en la categoría 2.B.10. - Otros.

### 4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

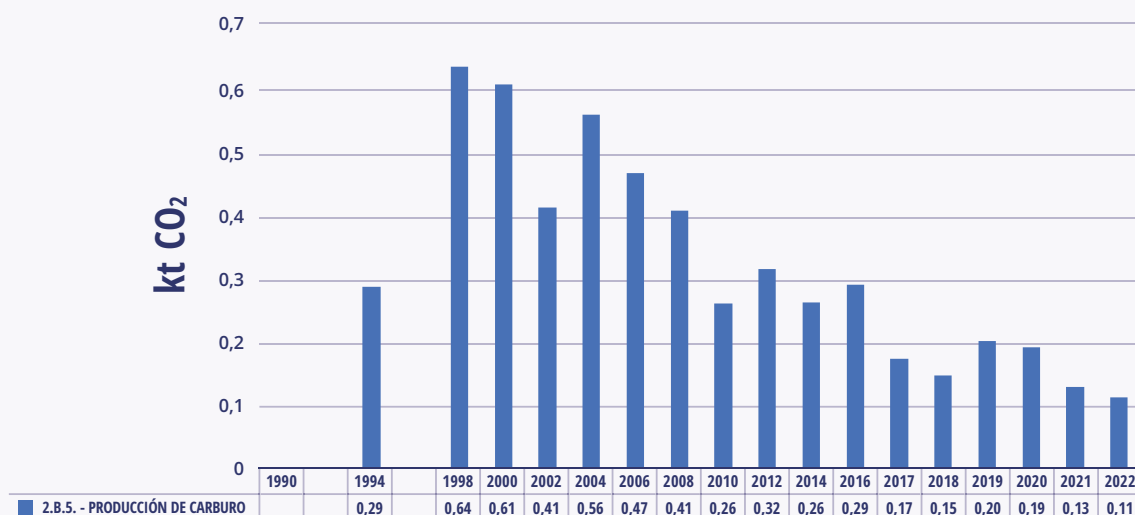
El análisis de las emisiones de GEI asociadas a la Producción de carburo de calcio (2.B5) en Uruguay muestra una tendencia decreciente entre 1998 y 2022. En 1998, las emisiones alcanzaron su punto más alto con 0,64 kt CO<sub>2</sub>, pero desde entonces han experimentado una caída gradual, alcanzando 0,11 kt CO<sub>2</sub> en 2022, lo que representa una reducción total del 82,8%.

La disminución general de las emisiones asociadas de uso del carburo refleja una reducción en la actividad de esta subcategoría en Uruguay a lo largo del tiempo. La reducción progresiva sugiere que el uso de este compuesto en la producción de acetileno y otros procesos ha disminuido considerablemente, con un impacto menor en las emisiones de GEI del país. No se cuentan con datos de importaciones para 1990.



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

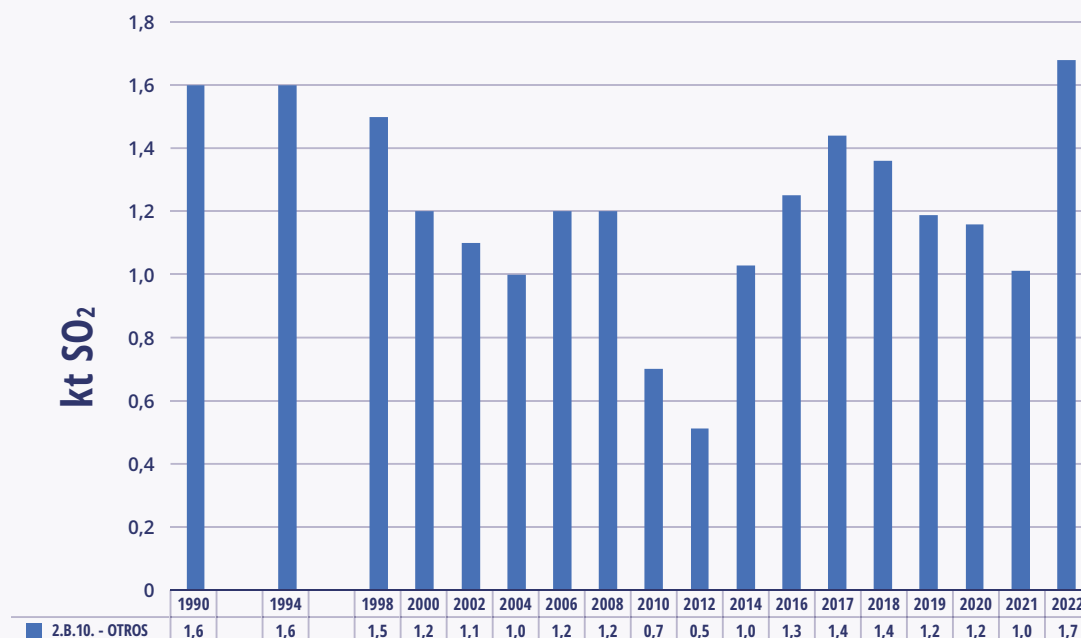
FIGURA 4.12 Industria Química: total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq).



Fuente: elaboración propia

El análisis de las emisiones asociadas a la Producción de ácido sulfúrico (2.B.10.) en Uruguay muestra una tendencia fluctuante a lo largo de la serie histórica, influenciada por las mejoras tecnológicas en el proceso y la reducción del factor de emisión (FE) implícito de la planta.

En términos generales, entre 1990 y 2022, las emisiones de SO<sub>2</sub> en la Producción de ácido sulfúrico pasaron de 1,6 kt de SO<sub>2</sub> a 1,7 kt de SO<sub>2</sub>, lo que representa un aumento global del 6,25%. Este aumento global modesto encubre fluctuaciones intermedias importantes que reflejan mejoras en la eficiencia tecnológica y variaciones en los niveles de producción a lo largo de los años.

FIGURA 4.13 Industria Química: total de SO<sub>2</sub> por subcategoría (kt).

Fuente: elaboración propia

Durante la década de los 90, las emisiones asociadas a la Producción de ácido sulfúrico (2.B.10.) en Uruguay, medidas en términos de SO<sub>2</sub>, fueron relativamente estables, comenzando en 1,6 kt de SO<sub>2</sub> en 1990 y manteniéndose en valores similares hasta el año 2000. Durante este periodo, el factor de emisión (FE) fue elevado, alcanzando 40,2 kg SO<sub>2</sub>/ton ácido en 1998, lo que refleja una menor eficiencia en el tratamiento de las emisiones de gases durante la producción de ácido sulfúrico.

A partir del año 2000, las emisiones comenzaron a descender, acompañadas por una reducción en el FE. En 2001, el FE se redujo a 23,7 kg SO<sub>2</sub>/ton ácido, lo que coincidió con una disminución en las emisiones a 1,1 kt de SO<sub>2</sub>, lo que representa una reducción del 8,3% respecto a 2000. Esta tendencia de mejora continuó hasta 2010, cuando las emisiones alcanzaron su nivel más bajo de 0,7 kt de SO<sub>2</sub>, lo que implica una disminución del 36,4% respecto a 2001. Este descenso en las emisiones se puede atribuir a la modernización de la planta y la adopción de tecnologías más eficientes, lo que también se refleja en el FE, que cayó a 12,6 kg SO<sub>2</sub>/ton ácido en 2010.

Entre 2016 y 2018, las emisiones aumentaron a 1,4 kt de SO<sub>2</sub>, en línea con un aumento en la producción de ácido sulfúrico, aunque el FE se estabilizó en torno a 11 kg SO<sub>2</sub>/ton ácido. Este repunte sugiere una mayor actividad productiva que, aunque sostenida por tecnologías más eficientes, aumentó las emisiones debido a una mayor producción.

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

Finalmente, en 2022, las emisiones fueron de 1,7 kt de SO<sub>2</sub>, lo que indica un aumento adicional. A pesar de que el FE continuó mejorando y alcanzó su valor más bajo de 7,56 kg SO<sub>2</sub>/ton ácido en 2019, el incremento en las emisiones parece reflejar un crecimiento en la producción.

### 4.3.3. Aspectos metodológicos

En Uruguay no se produce carburo de sodio, pero si se importa para su utilización. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se estiman con un nivel T1 por defecto, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 4.29** Industria química: métodos aplicados por subcategoría

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.B.1.	Producción de amoníaco	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						
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO	NO			NO	NO						
2.B.5.	Producción de carburo	T1	D	NO	NO								
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	NO	NO										
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NO	NO										
2.B.8.	Producción petroquímica y negro de humo	NO	NO	NO	NO								
2.B.9.	Producción fluoroquímica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.10.	Otros												

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; D = Por defecto; NO = No ocurre PE: Planta específico  
Fuente: elaboración propia.

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.

**TABLA 4.30** Producción de carburo: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $M_{c(ton)} \cdot Efc / 1.000^a$		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> proveniente de la producción de cemento	kt
Mc	Peso (masa) de carburo importado	ton
Efc	Factor de emisión para el uso de carburo - b	ton CO <sub>2</sub> /ton carburo

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap3, Ecuación 3.11

b. Directrices del IPCC de 2006 (Cuadro 3.8; Capítulo 2; Volumen 3). 1,1 Ton CO<sub>2</sub>/ton carburo por defecto

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

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

Los datos de importaciones se obtienen de la base de datos de la Dirección Nacional de Aduanas. Para la estimación de las emisiones de SO<sub>2</sub>, se utilizan los datos de producción y factores de emisión reportados por las empresas productoras en los Informes Ambientales de Operación, presentados ante el Ministerio de Ambiente.

Los datos de actividad se encuentran disponibles en la tablas CRT.

### 4.3.4. Incertidumbres

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 otros 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 siguiente presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la industria química. La incertidumbre combinada se estimó mediante propagación del error.

**TABLA 4.31** Producción de carburo: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.B.5.	Producción de carburo	CO <sub>2</sub>	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).

### 4.3.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros, fuentes de datos de actividad. No se cuenta con datos de importaciones de carburo para 1990. Dado que no se identifica una tendencia clara no estiman las emisiones de esta categoría para 1990 a la espera de contar con datos de importaciones.

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

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

#### **4.4.1. Descripción de la subcategoría**

En esta categoría se estiman las emisiones de GEI que resultan de la producción de los metales y aleaciones. En estos procesos, se generan emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales pueden estar asociadas a los agentes reductores que contienen carbono (IPCC, 2006). Es de recordar que en Uruguay no existe producción de hierro, ferroaleaciones, aluminio, magnesio, plomo ni zinc.

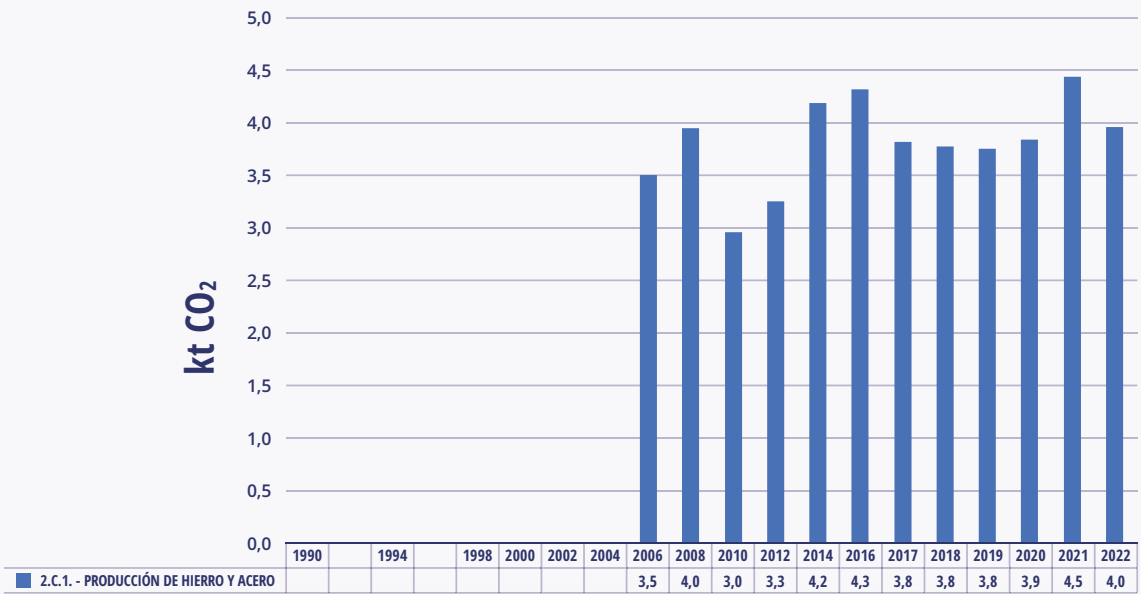
En Uruguay la Producción de acero se realiza únicamente a partir de la chatarra, como materia prima, y en horno de arco eléctrico, contabilizándose emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, COVDM, SO<sub>2</sub>.

#### **4.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI**

Las emisiones asociadas al reciclaje de acero en hornos de arco eléctrico en Uruguay han mostrado una tendencia fluctuante pero globalmente estable desde 2006 hasta 2022, con un ligero aumento en los últimos años. En 2006, las emisiones fueron de 3,5 kt CO<sub>2</sub>, mientras que en 2022 se registraron 4,0 kt CO<sub>2</sub>, lo que representa un incremento global del 14,3%. A lo largo de este período, se observó un punto máximo en 2016 con 4,3 kt CO<sub>2</sub>, lo que marcó un aumento del 43 % respecto a 2010. Sin embargo, las emisiones volvieron a estabilizarse entre 2017 y 2019 con valores cercanos a 3,8 kt CO<sub>2</sub>. El repunte más reciente en 2021 alcanzó 4,5 kt CO<sub>2</sub>, lo que significó un aumento del 18,4% respecto a 2019, posiblemente debido a un incremento en la actividad de reciclaje de acero.

Se cuenta con datos desde 2006 cuando la empresa instala el horno de arco eléctrico actual, previo a 2006 se reportan las emisiones como NE dado que no se conoce la tecnología aplicada ni se cuenta con datos de actividad.

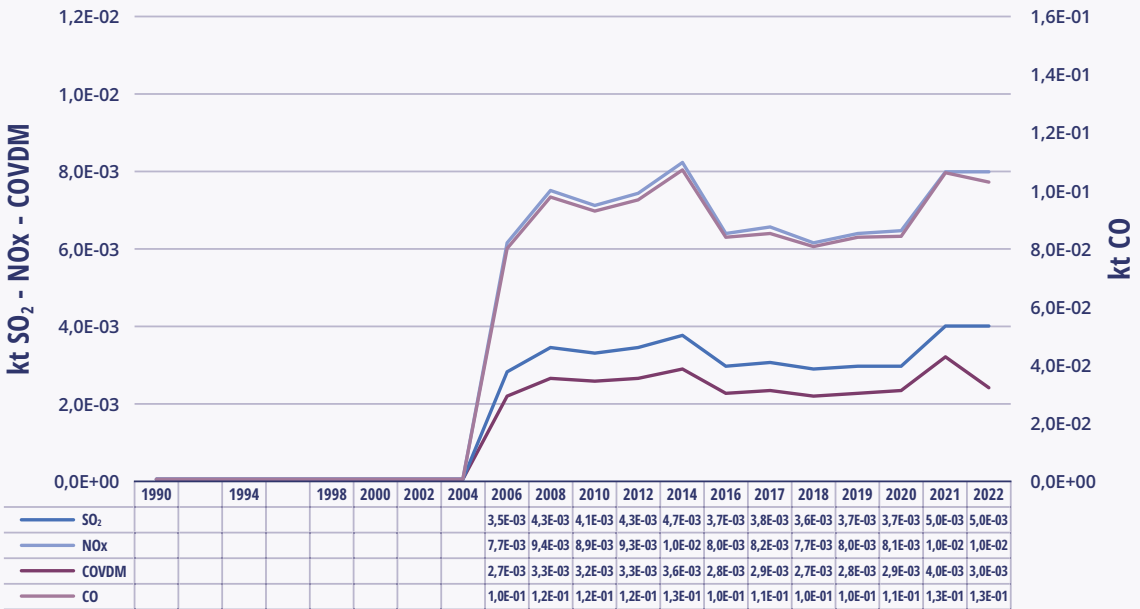
FIGURA 4.14 Industria de los metales: total de CO<sub>2</sub> por subcategoría (kt).



Fuente: elaboración propia

En general, las emisiones de GEI indirectos en la Producción de Hierro y Acero han mostrado aumentos moderados, especialmente en el caso de CO y NOx, mientras que las emisiones de SO<sub>2</sub> y COVDM han fluctuado ligeramente, pero también han aumentado en menor medida. Estos cambios reflejan la influencia de las variaciones en la producción.

FIGURA 4.15 Industria de los metales: total de GEI indirectos o precursores por GEI (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

4.4.2.1. Aspectos metodológicos

La Producción de acero se realiza únicamente a partir del reciclaje de chatarra, como materia prima, y en horno de arco eléctrico. Las emisiones se estimaron a partir de los datos de ingreso de uso de materias primas (Tier 2) y producción de acero proporcionado por empresas del sector y con los porcentajes de contenido de carbono para cada material propuesto por las Directrices del IPCC de 2006.

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

**TABLA 4.32** Industria de los metales: métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.C.	Industria de los metales	T2, NO	D, NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	T2	D	NA	NA								
2.C.2.	Producción de ferroleaciones	NO	NO	NO	NO								
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	NO	NO										
2.C.6.	Producción de cinc	NO	NO										
2.C.7.	Otros (especificar)												

T2 = Nivel 2; D = Por defecto; NO = No ocurre; NA: No aplicaz  
Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de emisiones se utilizó la ecuación 4.9 del Capítulo 4, Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 4.33** Producción de hierro y acero: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $\Sigma C * CC * 44/12/1000$ a		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	kt
C	Masa de materia prima consumido en el EAF <sup>b</sup>	ton
CC	Contenido de carbono de la materia prima (c)	ton C/ton material
44/12	Estequiometría peso molecular CO <sub>2</sub> / peso molecular carbono <sup>a</sup>	adimensional

**Notas:**

a. (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 4, p 4.24).

b. Datos de la industria.

c. Valores por defecto, (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap 4, ec 4.9).

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

El factor de emisión utilizado a lo largo de toda la serie es el valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para el contenido de carbono de las materias ingresadas al horno EAF (se consideran electrodos y otras fuentes de C ingresadas al horno). Se presenta como resumen la producción de acero nacional mediante esta tecnología por año.



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

**TABLA 4.34** Producción de hierro y acero: Producción de acero en EAF (Ton).

Año	Ton de acero
2006	959
2008	1082
2010	810
2012	891
2014	1147
2016	1183
2017	1047
2018	1035
2019	1027
2020	1051
2021	1217
2022	1086

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> y COVDM se estimaron con el Factor de emisión propuesto en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019).

### 4.4.2.2. Incertidumbres

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.

Para la incertidumbre del factor de emisión, se toma la incertidumbre media por defecto para Tier 2 de la tabla 4.4 del Capítulo 4, Volumen 3 de las Directrices del IPCC de 2006. La tabla siguiente presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para la producción de Hierro y Acero. La incertidumbre combinada se estimó mediante propagación del error.

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

**TABLA 4.35** Producción de Hierro y Acero: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.C.1.	Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	10,0	10,0	14,1

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 (Tabla 4.4 del Capítulo 4, Volumen 3).

### 4.4.2.3. Consistencia de la serie temporal

A partir del año 2014, se dispone de información desagregada sobre las toneladas de carbono, excluyendo su uso energético, por tipo de material. Para completar la serie histórica, se ha utilizado la técnica de empalme, aplicando un dato subrogante basado en la cantidad de toneladas de carbono ingresadas por tonelada de acero producido. La cantidad de acero producido se conoce para todo el período de actividad de los hornos de arco eléctrico de la empresa, abarcando desde 2006 hasta 2022, lo que permite asegurar la coherencia de los datos reportados a lo largo de todo este intervalo.

## 4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D)

### 4.5.1. Descripción de la subcategoría

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 CO<sub>2</sub>, mientras que para la categoría uso de solventes y otros, se generan emisiones de compuestos orgánicos distintos del metano (COVDM). En Uruguay se identifican actividades en las cuatro subcategorías.

### 4.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La variación en las emisiones totales de la categoría 2.D. - Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes entre 1990 y 2022 muestra una reducción del 8,9%, al pasar de 12,3 kt CO<sub>2</sub> en 1990 a 11,2 kt CO<sub>2</sub> en 2022.

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

Esta reducción moderada en el periodo completo es el resultado de fluctuaciones a lo largo de los años. Por ejemplo, entre 1990 y 1994, las emisiones cayeron un 38,2%, de 12,3 kt CO<sub>2</sub> a 7,6 kt CO<sub>2</sub>, y luego se recuperaron en 1998, con un aumento del 57,9% respecto a 1994. Otra caída significativa se registró en 2000, cuando las emisiones descendieron un 51,7% en comparación con 1998. En el año 2006, las emisiones alcanzaron su máximo en la serie, con 13,3 kt CO<sub>2</sub>, lo que representa un aumento del 129% respecto a 2000. Posteriormente, las emisiones fluctuaron de manera más estable, con un aumento del 24,5% entre 2019 y 2021, alcanzando un valor de 12,2 kt CO<sub>2</sub> en 2021 antes de volver a reducirse a 11,2 kt CO<sub>2</sub> en 2022.

En términos de aportes promedio a lo largo de la serie, la subcategoría Uso de lubricantes fue la principal contribuyente, representando aproximadamente el 89% de las emisiones totales de la categoría, mientras que el Uso de cera de parafina contribuyó con el 11% restante en promedio.

Las variaciones están directamente relacionadas con el uso de lubricantes, mientras que el uso de cera de parafina ha mantenido un impacto constante y relativamente bajo en las emisiones totales.

FIGURA 4.16 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

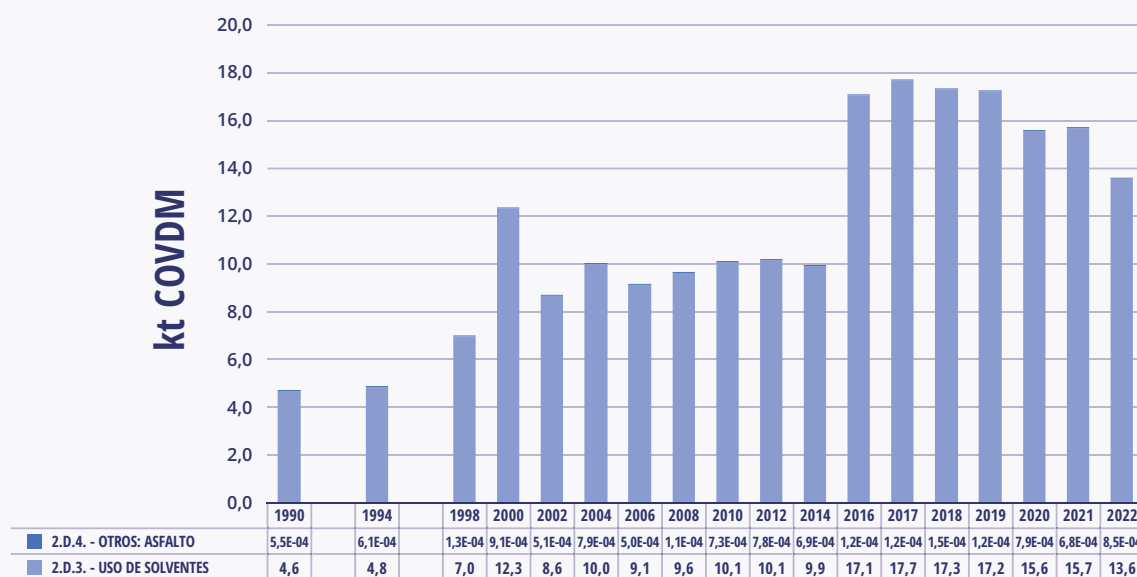
La variación en las emisiones totales de COVDM de la categoría 2.D. - Uso de productos no energéticos de combustibles y solventes entre 1990 y 2022 muestra un aumento del 195%, al pasar de 4,6 kt en 1990 a 13,6 kt en 2022.

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

Este aumento en el periodo completo es el resultado de fluctuaciones a lo largo de los años. Por ejemplo, entre 1990 y 1994, las emisiones crecieron ligeramente un 4,3%, de 4,6 kt a 4,8 kt, y luego se recuperaron notablemente en 1998, con un aumento del 45,8% respecto a 1994, alcanzando 7,0 kt. Otra alza significativa se registró en 2000, cuando las emisiones ascendieron un 75,7% en comparación con 1998, alcanzando 12,3 kt. En el año 2006, las emisiones cayeron a 9,1 kt, lo que representa una reducción del 25,9% respecto al máximo de 2000. Posteriormente, las emisiones fluctuaron de manera más estable, con un aumento del 10,3% entre 2019 y 2021, alcanzando un valor de 15,7 kt en 2021, antes de reducirse a 13,6 kt en 2022.

En términos de aportes promedio a lo largo de la serie, la subcategoría Uso de solventes fue la principal contribuyente, representando casi el 100% de las emisiones totales de COVDM de la categoría. La subcategoría otros usos: asfalto contribuyó marginalmente, representando menos del 1% de las emisiones en promedio.

**FIGURA 4.17** Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes: total de COVDM por subcategoría (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

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

### 4.5.3. Aspectos metodológicos

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. En la tabla siguiente se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

**TABLA 4.36** Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		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

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub>DM se utilizaron los factores de emisión propuestos en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019).

### 4.5.4. Uso de lubricantes (CRT 2.D.1.)

#### 4.5.4.1. Descripción de la subcategoría

En esta categoría se incluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006).

#### 4.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al Uso de lubricantes entre 1990 y 2022 muestra una reducción global del 3,6%, pasando de 11,0 kt CO<sub>2</sub> en 1990 a 10,6 kt CO<sub>2</sub> en 2022. Un punto clave es la caída significativa entre 1990 y 2000, cuando las emisiones descendieron un 54,5%, de 11,0 kt CO<sub>2</sub> a 5,0 kt CO<sub>2</sub>. Posteriormente, las emisiones volvieron a aumentar en 2006, alcanzando 12,6 kt CO<sub>2</sub>, con un incremento del 152% respecto a 2000. A partir de ahí, las emisiones fluctuaron de manera más estable, cerrando en 10,6 kt CO<sub>2</sub> en 2022.

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

En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> del Uso de lubricantes, estas registraron un aumento global del 195% entre 1990 y 2022, pasando de 4,6 kt en 1990 a 13,6 kt en 2022. El aumento más significativo ocurrió entre 1998 y 2000, con un incremento del 75,7%, de 7,0 kt a 12,3 kt. Las emisiones se estabilizaron en valores más altos a partir de 2006, alcanzando picos de 17,7 kt en 2017 y 2018, antes de descender a 13,6 kt en 2022.

La variación en las emisiones reportadas obedece a variaciones en el consumo de lubricantes.

### 4.5.4.3. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> y el carbono.

**TABLA 4.37** Uso de lubricantes: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $LC \times CC_{\text{Lubricantes}} \times ODU_{\text{Lubricantes}} \times 44/12$ (a)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	kt
LC	Consumo total de lubricantes en el país	TJ
CC	Contenido medio de carbono en los lubricantes (b)	kt C/TJ
ODU	Factor de oxidación de los lubricantes (c)	fracción
44/12	Estequiometría peso molecular CO <sub>2</sub> / peso molecular carbono	adimensional

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 5, Ecuación 5.2).

b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 1.3; Volumen 2, Capítulo 1.

c. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 5.2; Capítulo 5; Volumen 3.

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

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

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> 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. Se utilizan valores por defecto<sup>24</sup>, según la tabla anterior.

Se utilizan como dato de actividad información proveniente del Balance Energético Nacional.

---

**TABLA 4.38** Uso de lubricantes: Lubricantes anuales (TJ).

Año	TJ lubricantes
1990	749
1994	432
1998	727
2000	344
2002	378
2004	674
2006	862
2008	657
2010	789
2012	628
2014	699
2016	708
2017	699
2018	645
2019	648
2020	642
2021	795
2022	725

Fuente: elaboración propia

---

<sup>24</sup> Las Directrices del IPCC de 2006, asumen una distribución de los lubricantes 90% aceite y 10% grasas.

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

### 4.5.4.4. Incertidumbres

Para la incertidumbre del dato de actividad se consideró el 4% dado que la fuente proviene de estadísticas de energía bien desarrolladas y en base a 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 siguiente presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para el uso de lubricantes. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

**TABLA 4.39** Uso de lubricantes: resumen de la incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.D.2.	Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	4	50	50,2

Fuente: elaboración propia.

### 4.5.4.5. 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.

### 4.5.5. Uso de la cera de parafina (CRT 2.D.2.)

#### 4.5.5.1. Descripción de la subcategoría

En esta categoría se consideran las emisiones de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006).

#### 4.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al Uso de cera de parafina entre 1990 y 2022 muestra una reducción global del 53,8%, pasando de 1,3 kt CO<sub>2</sub> en 1990 a 0,6 kt CO<sub>2</sub> en 2022. Un punto clave es la caída significativa entre 1990 y 2000, cuando las



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

emisiones disminuyeron un 53,8%, de 1,3 kt CO<sub>2</sub> a 0,6 kt CO<sub>2</sub>. Posteriormente, las emisiones se mantuvieron en niveles bajos, sin grandes fluctuaciones, alcanzando un valor mínimo de 0,3 kt CO<sub>2</sub> en 2006 y estabilizándose en torno a 0,5-0,6 kt CO<sub>2</sub> en los últimos años, cerrando en 0,6 kt CO<sub>2</sub> en 2022.

### 4.5.5.3. 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*.

**TABLA 4.40** Uso de la cera de parafina: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Emisión de CO <sub>2</sub> (kt) = $PW \times CC_{Cera} \times ODU_{Cera} \times 44/12$ (a)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	kt
PW	Consumo total de cera de parafina en el país	TJ
CC	Contenido medio de carbono en la parafina	kt C/TJ
ODU	Factor de oxidación de la parafina (c)	fracción
44/12	Estequiometría peso molecular CO <sub>2</sub> / peso molecular carbono	adimensional

**Notas:**

- a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 5, Ecuación 5.4).
- b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 1.3; Volumen 2, Capítulo 1.
- c. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 5.2; Capítulo 5; Volumen 3.

Fuente: elaboración propia, en base de las Directrices del IPCC de 2006.

Los datos de actividad fueron tomados con base en datos de importaciones de parafina relevados por la Dirección Nacional de Aduanas. Se incluyeron todas las importaciones de parafina que fueron declaradas en base másica, para cada año de inventario. Se consideró un PCI de 46 MJ/kg y se tomaron los factores por defecto propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006*.

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

TABLA 4.41 Uso de la cera de parafina: importaciones de parafina (TJ).

Año	TJ Parafina
1990	88
1994	88
1998	88
2000	48
2002	42
2004	50
2006	48
2008	21
2010	23
2012	24
2014	24
2016	21
2017	26
2018	28
2019	28
2020	28
2021	34
2022	42

Fuente: elaboración propia

### 4.5.5.4. Incertidumbre

Para la incertidumbre se utilizaron valores propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.3.3.2., Capítulo 5 del Volumen 3). Para el dato de actividad consideró que el dato proviene de estadísticas del país confiables. 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).

TABLA 4.42 Uso de la cera de parafina: resumen de la incertidumbre combinada.

Código	Categoría	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 <sub>2</sub>	5,0	100,1	100,2

Fuente: elaboración propia.

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

### 4.5.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2022, se usaron los mismos factores de emisión y parámetros. Dado que se cuenta con valores de importaciones desde 1998, se asume el mismo valor de importación para 1990 y 1994 (basado en la tendencia de los datos de la serie), a la espera de obtener los valores de importación para dichos años.

### 4.5.6. Uso de solventes (CRT 4.D.3.)

#### 4.5.6.1. Descripción de la subcategoría

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.

El aguarrás, queroseno y alcoholes minerales se utilizan para aplicaciones diversas como ser extracción, limpieza, desengrasante, solvente en aerosoles, pinturas, conservantes de la madera, lacas, barnices y productos asfálticos, etc.

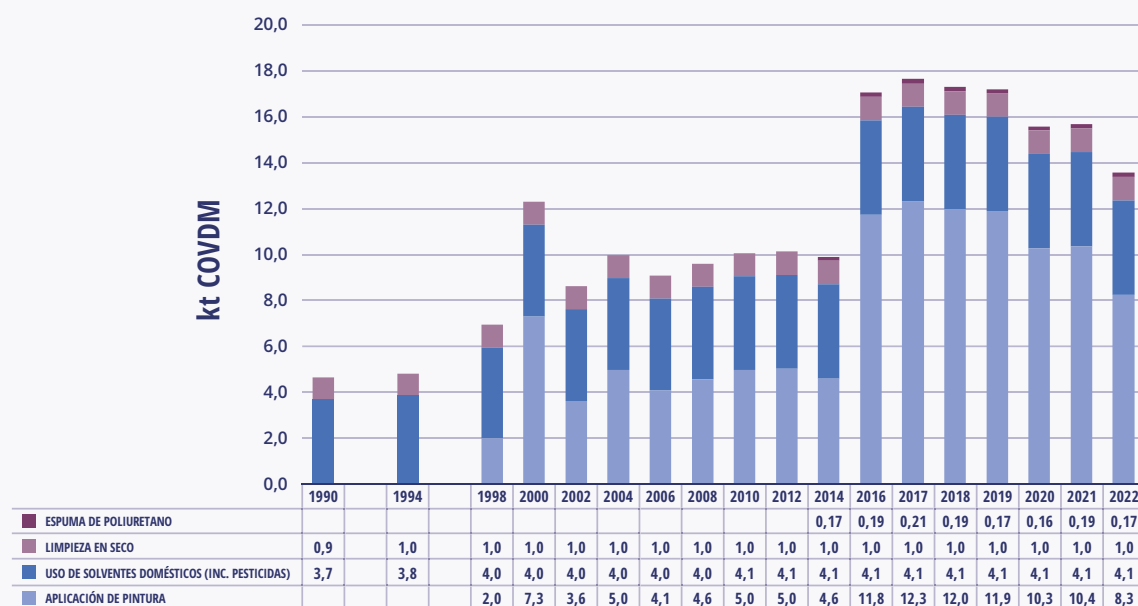
#### 4.5.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de COVDM asociadas al Uso de solventes entre 1990 y 2022 muestra un aumento significativo del 193%, al pasar de 4,6 kt en 1990 a 13,6 kt en 2022. Este incremento se produjo con fluctuaciones notables en la serie. Entre 1990 y 1994, las emisiones crecieron ligeramente un 4,3%, de 4,6 kt a 4,8 kt. En 1998, las emisiones se incrementaron de forma notable en un 45,8% respecto a 1994, alcanzando 7,0 kt.

En el año 2000, las emisiones alcanzaron 12,3 kt, lo que representa un aumento del 75,7% en comparación con 1998. Después de este pico, se observó una reducción del 26,0 % en 2006, con emisiones de 9,1 kt. A partir de ese punto, las emisiones fluctuaron de manera más estable, con un incremento del 10,3% entre 2019 y 2021, alcanzando 15,7 kt en 2021, antes de reducirse a 13,6 kt en 2022, lo que supone una caída del 13,4% respecto al año anterior.

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

FIGURA 4.18 Uso de solventes: total de COVDM por subcategoría (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

En cuanto a las subcategorías de Uso de solventes, destacan los incrementos en la pintura, que en 1998 comenzó a contribuir significativamente con 1,99 kt, alcanzando su máximo en 2017 con 12,3 kt. También es relevante el uso doméstico, que ha crecido un 11% a lo largo del periodo, pasando de 3,71 kt en 1990 a 4,13 kt en 2022.

### 4.5.6.3. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> y COVDM se estimaron con el Factor de emisión propuesto en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019). A continuación, se detallan las subcategorías estimadas y la fuente de los datos de actividad:

TABLA 4.43 Uso de solventes: fuente de datos de actividad.

Subcategoría	Fuente de Dato de Actividad
Aplicación de pintura	Cantidad producida a nivel nacional (Sistema de Información Ambiental), Dirección Nacional de Aduanas (importaciones)
Limpieza en seco	Población nacional Instituto Nacional de Estadística
Espuma de poliuretano	Sistema de Información Ambiental - DINAMA – Poliuretano
Uso de solventes domésticos (c/pesticidas)	Población Nacional Instituto Nacional de Estadística

Fuente: elaboración propia

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

### 4.5.6.4. Incertidumbre

No se estiman incertidumbres en categorías que solo aportan GEI indirectos o precursores

### 4.5.6.5. Consistencia de la serie temporal

Se utilizan las mismas fuentes de datos de actividad y factores de emisión a lo largo de toda la serie temporal. El uso de pinturas se contabiliza desde 1998 y la espuma de poliuretano desde el 2014, debido a falta de datos de actividad en el inicio de la serie.

### 4.5.7. Otros (4.D.4.)

#### 4.5.7.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones generadas en el uso de asfalto que no provienen de procesos de combustión por ejemplo en la aplicación de asfalto para techos o carreteras. Se estiman y reportan en esta subcategoría emisiones de COVDM de la aplicación de asfalto.

#### 4.5.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de COVDM asociadas al uso de asfalto entre 1990 y 2022 muestra fluctuaciones significativas, con un aumento global del 53,7%, pasando de 5,51E-04 kt COVDM en 1990 a 8,47E-04 kt COVDM en 2022. Un punto clave en la serie es el incremento entre 1990 y 1998, cuando las emisiones casi se triplicaron, pasando de 5,51E-04 kt a 1,34E-03 kt, lo que representa un aumento del 143%.

Posteriormente, las emisiones disminuyeron considerablemente entre 1998 y 2000, cayendo un 31,8% a 9,13E-04 kt, y luego se mantuvieron fluctuantes, alcanzando su valor mínimo de 4,98E-04 kt en 2006. Después de este mínimo, las emisiones aumentaron nuevamente, registrando un pico en 2018 con 1,52E-03 kt, lo que equivale a un incremento del 205% respecto al valor de 2006.

En los últimos años, las emisiones han mostrado una tendencia a la baja, cerrando en 8,47E-04 kt en 2022, lo que representa una reducción del 44% respecto a 2018, pero manteniéndose aún por encima de los niveles de 1990.

En el último período el grupo de los asfaltos, las ventas disminuyeron por segundo año consecutivo, con una variación total de la familia de un 13,5% en comparación interanual. Las ventas de cementos asfálticos cayeron un 15,2% y las de asfaltos diluidos lo hicieron en un 9,0%. El negocio de asfaltos es no monopolístico en Uruguay por

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

lo cual los clientes están habilitados a importar productos con otras especificaciones, así como equivalentes a los que ofrece ANCAP. La utilización de asfalto modificado y emulsiones, que son productos no ofrecidos por ANCAP, ha aumentado los volúmenes de los productos importados y mermado las ventas locales.

### 4.5.7.3. Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de COVDM se estimaron con el Factor de emisión propuesto en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019).

En Uruguay no existen plantas elaboradoras de asfalto a partir de petróleo, sino que se utiliza una emulsión asfáltica a partir del bitumen. En ese marco, la cantidad de asfalto utilizada como dato de actividad (BEN y ANCAP) para el cálculo de emisiones, correspondió a la cantidad que fue aplicada tanto para la pavimentación de carreteras como también para otras actividades en el país, dado que no fue posible obtener información desagregada por usos.

En tal sentido, se consideró el factor de emisión para pavimentación asfáltica, en el entendido de que la pavimentación constituyó el uso mayoritario de este producto.

### 4.5.7.4. Incertidumbre

No se estiman incertidumbres en categorías que solo aportan GEI indirectos o precursores

### 4.5.7.5. Consistencia de la serie temporal

Se utilizan las mismas fuentes de datos de actividad y factores de emisión a lo largo de toda la serie temporal.

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

### **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 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 Uruguay.

### **4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F)**

#### **4.7.1. Descripción de la categoría**

Los hidrofluorocarbonos (HFC) y, en una medida muy limitada, los perfluorocarbonos (PFC), sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (en adelante: SAO) que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal. Las áreas actuales y previsibles de aplicación de los HFC y los PFC incluyen de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006:

- refrigeración y aire acondicionado;
- extinción de incendios y protección contra explosiones;
- aerosoles;
- limpieza con solventes;
- agentes espumantes; y
- otras aplicaciones

Esta categoría del inventario representa el 100% de las emisiones de estos tipos de gases a nivel nacional. Al no existir producción nacional, la demanda se abastece únicamente a través de importaciones de estos gases para distintos usos. Por lo tanto, las emisiones de HFC en Uruguay se producen únicamente por el uso de los mismos en diferentes aplicaciones. En la serie temporal evaluada se reportan emisiones de PFC desde 2020 cuando se registraron importaciones.

#### **4.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI**

El análisis de las emisiones de HFC entre 2000 y 2022 muestra un aumento del 9.731%, pasando de 4,1 kt en 2000 a 403 kt en 2022. Este incremento drástico es el resultado de la incorporación de nuevos tipos de HFC a lo largo de la serie y el crecimiento en el uso de estos compuestos.

En los primeros años, las emisiones estuvieron dominadas por el HFC-134a, con 3,6 kt en 2000, y un leve aumento a 13,5 kt en 2006. A partir de 2008, comenzaron a aparecer nuevas especies de HFC en el inventario, como el HFC-32, el HFC-125 y el HFC-143a, lo que

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

generó un aumento en las emisiones, alcanzando 37,2 kt. Para 2012, las emisiones casi se triplicaron, llegando a 109 kt, principalmente debido al aumento en HFC-134a (52,9 kt) y la incorporación de HFC-227ea (8,2 kt).

**TABLA 4.44** Uso de productos sustitutos de las SAO: total de HFC (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

Año	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-245fa	HFC-365mfc	TOTAL
<b>2000</b>	NO	NO	NO	3,6	NO	NO	0,4	NO	NO	4,1
<b>2002</b>	NO	NO	NO	8,1	NO	NO	0,7	NO	NO	8,7
<b>2004</b>	NO	NO	NO	12,0	NO	NO	0,7	NO	NO	12,7
<b>2006</b>	NO	NO	NO	13,5	NO	NO	0,8	NO	NO	14,3
<b>2008</b>	NO	1,5E-01	6,2	20,9	6,2E-03	7,9	2,0	NO	NO	37,2
<b>2010</b>	NO	0,3	9,6	33,2	6,2E-03	12,5	4,5	NO	NO	60,2
<b>2012</b>	1,86E-02	0,7	20,1	52,9	5,9E-02	27,2	8,2	NO	NO	109
<b>2014</b>	1,86E-02	2,5	37,4	69,5	1,11E-01	42,0	15	NO	2,7	169
<b>2016</b>	1,86E-02	4,5	48,4	81,5	1,30E-01	51,9	18	3,2E-02	3,2	208
<b>2017</b>	1,86E-02	5,3	58,3	91,7	1,30E-01	60,0	18	4,0E-02	3,8	237
<b>2018</b>	1,24E-02	7,1	75,8	94,0	1,30E-01	73,8	18	1,9E-02	2,7	271
<b>2019</b>	NO	8,6	88,7	97,3	1,30E-01	81,8	18	1,9E-02	2,7	297
<b>2020</b>	NO	9,6	104	108	1,30E-01	98,5	24	1,9E-02	4,3	349
<b>2021</b>	NO	10,2	111	106	1,30E-01	104	20	4,3E-01	6,1	358
<b>2022</b>	NO	11,8	128	125	1,30E-01	116	18	1,5E-01	4,1	403

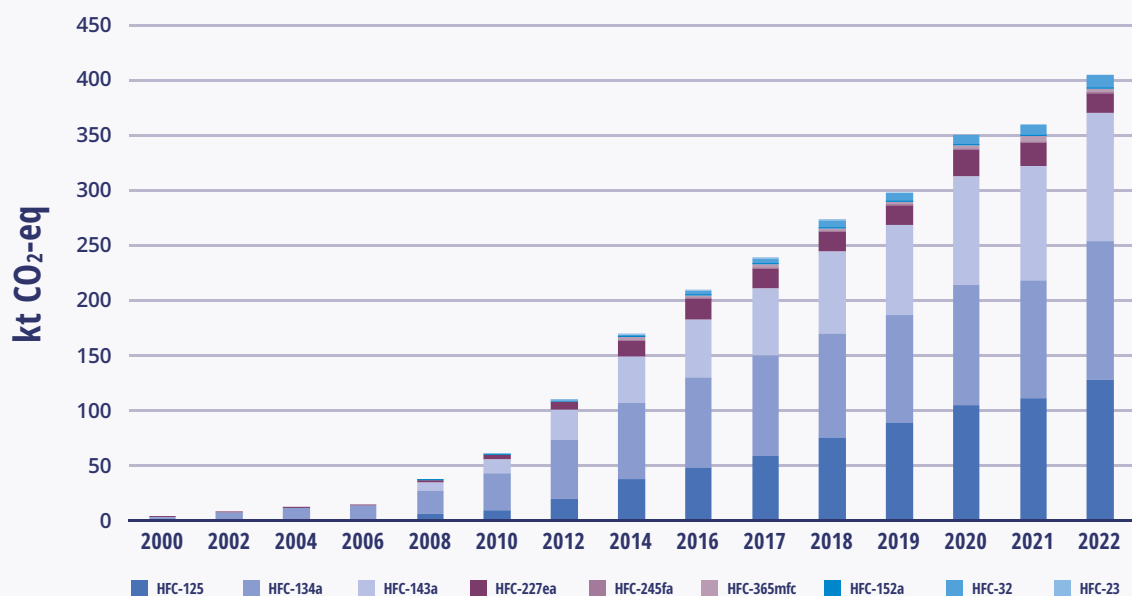
Fuente: elaboración propia

A partir de 2014, el crecimiento en las emisiones fue más marcado, con un total de 169 kt y un aumento notable en HFC-125 y HFC-134a, que en conjunto representaron aproximadamente el 63% de las emisiones totales de ese año. Para 2016, el inventario alcanzó 208 kt, destacándose el crecimiento del HFC-32 y HFC-143a. En 2018 se registró otro aumento significativo, alcanzando 271 kt, impulsado principalmente por el crecimiento continuo de HFC-125 y HFC-134a.



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

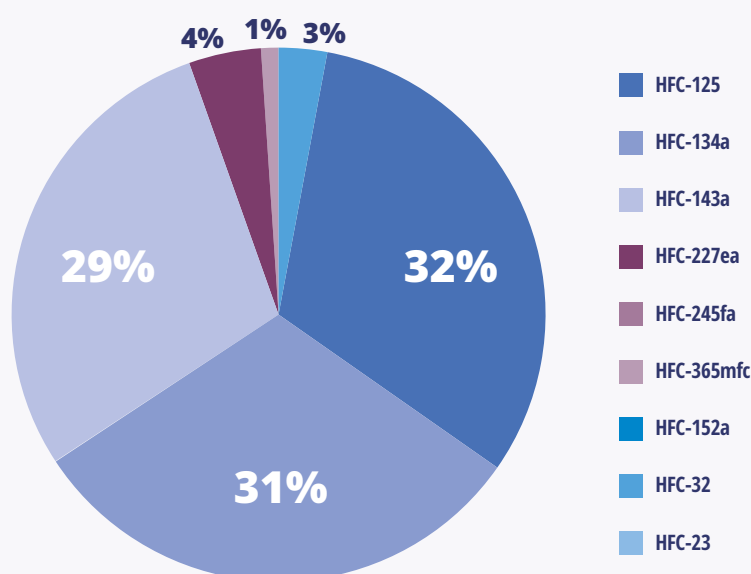
FIGURA 4.19 Uso de productos sustitutos de las SAO: total de HFC (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

En los años más recientes, las emisiones continuaron en aumento, alcanzando su valor máximo de 403 kt en 2022, con HFC-125 y HFC-134a como los principales contribuyentes, representando el 31,8% y 31% del total, respectivamente.

FIGURA 4.20 Uso de productos sustitutos de las SAO: contribución de HFC por GEI (%), 2022.



Fuente: elaboración propia

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

**TABLA 4.44** Uso de productos sustitutos de las SAO: total de HFC (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>2.F. - Emisiones de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono</b>	4,1	8,7	12,7	14,3	37,2	60,2	109	169	208	237	271	297	349	358	403
<b>2.F.1. - Refrigeración y Aire acondicionado</b>	3,6	8,1	12,0	13,5	35,2	55,7	92,4	142	174	192	230	255	295	306	356
<b>2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario</b>	1,9	4,3	6,4	7,2	25,4	40,1	71,4	116	143	162	199	223	261	273	315
<b>2.F.1.b. - Aire acondicionado móvil</b>	1,7	3,8	5,6	6,3	9,8	15,6	21,0	25,5	31,0	29,7	31,4	32,1	34,4	33,0	41,3
<b>2.F.2. - Agentes espumantes</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4,3	5,3	5,2	4,2	4,2	5,7	7,9	5,7
<b>2.F.3. - Productos contra incendios</b>	0,4	0,7	0,7	0,8	2,0	4,5	8,2	12,9	16,4	16,4	16,4	16,4	22,2	19,0	16,2
<b>2.F.4. - Aerosoles</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	9,7	12,0	23,6	20,7	21,4	25,5	25,4	24,5
<b>2.F.5. - Solventes</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>2.F.6. - Otras aplicaciones</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NO: No Ocurre  
Fuente: elaboración propia

Realizando el análisis por subcategoría, se observa que, en el inicio de la serie, las emisiones fueron dominadas por la subcategoría 2.F.1. - Refrigeración y Aire Acondicionado, que representó 3,6 kt en 2000 y alcanzó 13,5 kt en 2006. En 2008, esta subcategoría aumentó, alcanzando 35,2 kt debido a la incorporación de HFC-134a y HFC-143a. Para 2012, las emisiones totales de esta subcategoría casi se duplicaron respecto a 2008, alcanzando 92,4 kt, con un crecimiento continuo que llegó a 356 kt en 2022, representando el 88% del total de emisiones de la categoría en ese año.

La subcategoría 2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario ha mostrado una tendencia ascendente significativa, pasando de 1,9 kt en 2000 a 315 kt en 2022, y se consolidó como la principal fuente de emisiones de HFC en esta categoría, representando 78,1% del total en 2022. Por otro lado, 2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil también mostró crecimiento, aunque a menor escala, pasando de 1,7 kt en 2000 a 41,3 kt en 2022.

En cuanto a otras subcategorías, 2.F.2. - Agentes Espumantes comenzó a reportarse en 2012 con 4,3 kt, y aunque fluctuó a lo largo de los años, alcanzó 5,7 kt en 2022. 2.F.3. - Productos contra Incendios mostró un crecimiento considerable, de 0,4 kt en 2000 a un pico de 22,2 kt en 2020, antes de reducirse ligeramente a 16,2 kt en 2022.

Finalmente, las emisiones de 2.F.4. - Aerosoles comenzaron a registrarse en 2010 con 8,5 kt y experimentaron un incremento continuo, alcanzando un valor máximo de 25,5 kt en 2020 y cerrando en 24,5 kt en 2022. Este análisis muestra cómo la expansión de las aplicaciones de HFC ha contribuido al incremento total de emisiones en la categoría a lo largo de los años.

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

En cuanto al análisis de la evolución de los PFC, se registran únicamente emisiones de PFC-114 a partir del 2020: 9,0E-3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2020 y 2,56E-2 kt CO<sub>2</sub>-eq tanto en 2021 como 2022, registradas exclusivamente en 2.F.1. - Refrigeración y Aire acondicionado.

### 4.7.3. Aspectos metodológicos

Se ha utilizado un Nivel 1 de acuerdo con lo planteado en el Volumen 3, Capítulo 7 de las *Directrices del IPCC de 2006* y su Refinamiento 2019 en el Software de Inventario del IPCC v2.93. En la siguiente tabla se resumen los métodos utilizados.

**TABLA 4.46** Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: métodos aplicados por subcategoría.

		2.F.1.											
Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
		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, NO	D, NO	NO	NO		
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado							T1a	D	NO	NO		
2.F.2.	Agentes espumantes							T1	D				
2.F.3.	Protección contra incendios							T1a	D	NO	NO		
2.F.4.	Aerosoles							T1	D				
2.F.5.	Solventes							NO	NO	NO	NO		
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)							NO	NO	NO	NO		

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NO = No ocurre

Fuente: elaboración propia

Los datos de actividad se adquirieron a partir de la información de importaciones/exportaciones nacionales y procesada por la División Mitigación de DINACC, MA. Dado que algunos HFCs, se presentan como mezclas (blends), la primera etapa en el procesamiento de datos involucró desagregar los HFC blends, y realizar la sumatoria de los gases individuales. La composición de las mezclas (blends) se tomó de las Directrices del IPCC de 2006.

Para la generación de la evolución de HFC por gas y por uso, se utilizó información de base proporcionada por la División Mitigación/DINACC/MA e importaciones de la Dirección Nacional de Aduanas para la serie temporal 2012-2016. Para los años 2000-2010, se obtuvo información por gas (pero no por uso) para completar la serie temporal; se realizó una extrapolación lineal de la tendencia de importaciones de 2012-2016 y se asumió como válido en la serie temporal utilizada. Para los años 2019-2022 la información fue proporcionada por la División Mitigación, DINACC, MA.

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

La distribución por aplicación/subsectores se realizó con base en el Estudio Nacional de Alternativas a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono de Uruguay (División Mitigación, MA).

En la siguiente tabla se presenta los valores de importaciones por uso y GEI, especificando las suposiciones realizadas:

**TABLA 4.47** Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: importaciones de HFC por aplicación (kg GEI).

Año	134a			125	143a	32	152a	23	227ea		245fa	365mfc
	A/A Mov.	A/A Est.	Aero.	A/A Est.	A/A Est.	A/A Est.	A/A Est.	A/A Est.	Esp.	Ext.	Esp.	Esp.
2000	8.789	9.911								1.542		
2002	6.580	7.420								234		
2004	8.460	9.540								234		
2006	5.640	6.360								670		
2007	10.373	11.697		3.958	1.980	1.260				3332		
2008	18.167	20.486		9.707	9.270	400	300			5994		
2009	21.987	24.793		6.125	6.210	329				8656		
2010	24.836	28.006		5.638	4.170	1.730				11319		
2011	30.319	22.970		6.385	5.210	1.520	900			13981		
2012	24.000	35.147	13.090	22.125	20.810	3.190	1.890	8		16643		
2013	31.670	47.343		24.200	17.140	9.380	1.040		2.374	19.305		15.886
2014	25.900	48.959	14.960	27.671	16.470	1.143	2.390		2.672	20.802		17.879
2015	27.490	31.595		34.941	22.460	14.360	1.720		2.510	20.029		16.800
2016	25.500	4.221	18.400	2.175	2.180	14520	640		1.816	14.159	260	12.154
2017	26.667	40.000	17.864	36.053	22.070	14.881	170			522	242	12.907
2018	31.712	47.568	13.917	55.118	31.620	25.345	160			55		0
2019	28.251	42.377	18.950	51.038	26.540	25.018	160			900		0
2020	44.710	68.690	28.340	60.668	40.290	24.257	170			20		13.380
2021	26.880	40.310	18.800	47.130	28.360	20.290	300			10	3.310	24.700
2022	51.486	77.230	18.840	56.340	30.950	26.100	270			20		

A/A Mov: aire acondicionado móvil, A/A Est.: aire acondicionado estacionario, Aero.: aerosoles, Ext.: extintores, Esp.: espumas

- Estimaciones por Uso de HFC 134 desde 2000 hasta 2010 se estima en base a la tendencia desde año 2011.
- Extintores Suma de importaciones de gas + contenido de gas dentro de equipos de extinción (facturas en las que aparece la cantidad de gas).

Fuente: elaboración propia

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

Para PFC-114 se registraron importaciones en 2020 y 2021 para Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario de 5,4 y 10,8 kg para cada año.

Los parámetros utilizados para la estimación fueron tomados por defecto, por aplicación y por gas (Directrices del IPCC de 2006).

Se realizó un relevamiento<sup>25</sup> preliminar en los sectores Refrigeración industrial, comercial, doméstica, aire acondicionado comercial, residencial, transporte refrigerado, extintores, aerosoles y espumas, en donde mediante entrevistas (y otros) se relevó información acerca de la vida útil y factor de emisión para cada aplicación. Los valores preliminares obtenidos se encuentran (en su mayoría) dentro de los rangos propuestos por defecto en la Directrices del IPCC de 2006 y por ello se decide continuar con dichos valores por defecto. (Referencia al trabajo de relevamiento).

El parámetro por defecto de crecimiento en el uso del gas solo fue utilizado para completar la serie en caso de no contar con el dato de actividad para un año.

### 4.7.4. Refrigeración y aire acondicionado (CRT 2.F.1.)

#### 4.7.4.1. 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 2000, ya que dichos compuestos no se producen en Uruguay.

<sup>25</sup> González Valeria (2020) Relevamiento de consumo de HFCs en Uruguay PROYECTO URU/18/G32

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

### 4.7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de HFC en la subcategoría 2.F.1. - Refrigeración y Aire Acondicionado entre 2000 y 2022 muestra un aumento significativo del 9.778%, pasando de 3,6 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2000 a 356 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Este incremento se debe principalmente a la creciente adopción de sistemas de refrigeración y aire acondicionado tanto en aplicaciones estacionarias como móviles, y al uso de diferentes tipos de HFC para sustituir sustancias que agotan la capa de ozono.

Dentro de esta subcategoría, 2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario es el principal contribuyente. Las emisiones de esta categoría pasaron de 1,9 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2000 a 315 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un crecimiento del 16.484%. Este aumento se aceleró particularmente después de 2008, cuando las emisiones alcanzaron 25,4 kt CO<sub>2</sub>-eq y continuaron incrementándose año tras año, con valores de 71,4 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2012, 143 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2016 y finalmente 315 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Este crecimiento refleja el incremento en la instalación de equipos de refrigeración estacionarios en industrias, comercios y hogares.

Por otro lado, 2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil mostró un crecimiento más moderado, aumentando de 1,7 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2000 a 41,3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un incremento del 2.329%. A pesar de las fluctuaciones observadas entre 2017 y 2022, donde las emisiones oscilaron entre 29,7 kt CO<sub>2</sub>-eq y 41,3 kt CO<sub>2</sub>-eq, esta subcategoría continuó con una tendencia general al alza, impulsada principalmente por la expansión en el uso de sistemas de aire acondicionado en vehículos.

Este análisis demuestra que la subcategoría de Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario ha sido el principal motor del aumento en las emisiones de HFC en 2.F.1., representando aproximadamente el 88,5% de las emisiones totales en 2022, mientras que el Aire Acondicionado Móvil contribuye con el 11,5% restante.

### 4.7.4.3. 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* y su Refinamiento 2019.

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 por defecto.

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

El consumo se estima según la siguiente ecuación:

**TABLA 4.48** Refrigeración y Aire acondicionado: Cálculo de emisiones de consumo (HFC y PFC).

$$\text{Consumo neto} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} - \text{Destrucción}$$

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 7, Ecuación 7.1)

Fuente: Elaboración propia

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:

**TABLA 4.49** Refrigeración y Aire acondicionado: Cálculo de emisiones de GEI.

Emisión de GEI (t) = Consumo neto x FE <sub>f</sub> + Banco x FE <sub>b</sub> (a)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de GEI	Emisiones de GEI	t
Consumo neto	Consumo neto de la aplicación	t
FE <sub>f</sub>	Factor de emisión compuesto de la aplicación para el primer año (b)	fracción
Banco	Banco de la sustancia de la aplicación	t
FE <sub>b</sub>	Factor de emisión compuesto de la aplicación para el banco (c)	fracción

**Notas:**

a. Refinamiento 2019, Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 7, Ecuación 7.2B).

b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Sección 7.5.2.2 ; Volumen 3, Capítulo 7.

c. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006 Sección 7.5.2.2 ; Volumen 3, Capítulo 7.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento 2019.

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

Los parámetros utilizados para la estimación fueron tomados por defecto, por aplicación y por gas (*Directrices del IPCC de 2006*).

Se realizó un relevamiento preliminar en los sectores Refrigeración industrial, comercial, doméstica, aire acondicionado comercial, residencial, transporte refrigerado, extintores, aerosoles y espumas, en donde mediante entrevistas (y otros) se relevó información acerca de la vida útil y factor de emisión para cada aplicación. Los valores preliminares obtenidos se encuentran (en su mayoría) dentro de los rangos propuestos por defecto en la *Directrices del IPCC de 2006* y por ello se decide continuar con dichos valores por defecto. El parámetro por defecto de crecimiento en el uso del gas solo fue utilizado para completar la serie en caso de no contar con el dato de actividad para un año.

En la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados para la estimación de emisiones de la subcategoría de Refrigeración y Aire Acondicionado. En esta categoría se incluye el transporte refrigerado.

**TABLA 4.50** Refrigeración y Aire acondicionado estacionario: Parámetros.

HFC	Año de introducción	Crecimiento (%)	Vida útil (años)	Factor de emisión Fy (%)	Factor de emisión b (%)	Destrucción (%)
HFC-23	2012	3	15	15	15	0
HFC-32	2007	3	15	15	15	0
HFC-125	2007	3	15	15	15	0
HFC-134a	2000	3	15	15	15	0
HFC-152a	2008	3	15	15	15	0
HFC-143a	2007	3	15	15	15	0
PFC-116	2020	0	15	15	15	0

Fuente: elaboración propia



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

En la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados para la estimación de emisiones de la subcategoría de Aire Acondicionado Móvil.

**TABLA 4.51** Aire acondicionado móvil: Parámetros.

HFC	Año de introducción	Crecimiento (%)	Vida útil (años)	Factor de emisión (%)	Destrucción (%)
HFC-134a	2000	3	15	15	0

Fuente: elaboración propia

### 4.7.5. Agentes espumantes (CRT 2.F.2.)

#### 4.7.5.1. Descripción de la subcategoría

Los HFC se están empleando cada vez más para reemplazar los CFC y HCFC en las espumas y, en particular, en las aplicaciones de aislantes. Los compuestos que se están usando incluyen HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC227ea, HFC-134a y HFC-152a. Los procesos y aplicaciones se dividen en celdas abiertas y cerradas. En Uruguay se han registrado importaciones de HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC227ea para aplicación en espumas, asignándose el 100% a aplicaciones de espumas de celdas cerradas.

#### 4.7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de 2.F.2. - Agentes espumantes entre 2012 y 2022 muestra fluctuaciones notables a lo largo de la serie. Las emisiones comenzaron en 4,3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2012 y aumentaron a 5,3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2014, lo que representa un incremento del 23,3% en dos años. Sin embargo, en 2016, las emisiones descendieron a 5,2 kt CO<sub>2</sub>-eq, indicando una reducción leve del 1,9 % respecto al año anterior.

En los años siguientes, las emisiones mostraron una tendencia general de reducción, alcanzando su nivel más bajo en 2019 y 2020, con 4,2 kt CO<sub>2</sub>-eq. Esta caída podría indicar cambios en la demanda o en los procesos de producción que utilizan agentes espumantes.

A partir de 2021, las emisiones experimentaron un ligero aumento, alcanzando 5,7 kt CO<sub>2</sub>-eq, y posteriormente 7,9 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2021, lo que representa un crecimiento significativo del 88% respecto a los niveles mínimos de 2020. Finalmente, en 2022, las emisiones volvieron a reducirse a 5,7 kt CO<sub>2</sub>-eq.

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

### 4.7.5.3. Aspectos metodológicos

Se ha utilizado un Nivel 1 de acuerdo con lo planteado en el Volumen 3, Capítulo 7 de las *Directrices del IPCC de 2006* y su Refinamiento 2019.

Los datos de la actividad para el Nivel 1 para celdas cerradas, consisten en datos sobre el consumo anual de una sustancia química. Una vez que se han establecido los datos de la actividad se aplican los factores compuestos de emisión por defecto.

Para dar cuenta de las emisiones durante la vida útil, 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, desmantelamiento y destrucción. Lo anterior queda representado por la ecuación siguiente:

**TABLA 4.52** Agentes espumantes: Cálculo de emisiones de GEI.

$\text{Emisión de GEI (t)} = Mt \times FE_{fy} + \text{Banco} \times FE_{al} + DLt - RDt \text{ (a)}$		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de GEI	Emisiones de GEI	t
M	Total de HFC utilizado en la fabricación de espumas de celdas cerradas nuevas en el año t	t
FE <sub>fy</sub>	Factor de emisión para las pérdidas del primer año (b)	fracción
Banco	Carga de HFC soplada dentro de las espumas de celdas cerradas durante la fabricación, entre el año t y el año t+n	t
FE <sub>al</sub>	Factor de emisión para las pérdidas anuales (c)	fracción
DLt	Pérdidas durante el desmantelamiento en el año t = pérdidas residuales de sustancia química al término del ciclo de vida útil que se producen cuando el producto y/o equipo es desguazado, calculadas a partir de la cantidad de sustancia química restante y del factor de pérdidas al término de la vida útil que depende del tipo de tratamiento de fin de vida útil adoptado (d)	t
RDt	Emisiones de HFC evitadas por recuperación y destrucción de las espumas y de sus agentes espumantes en el año t (e)	t
n	Vida útil del producto para las espumas de celdas cerradas	
t	Año en curso	

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 7, Ecuación 7.7).

b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 7.5 ; Volumen 3, Capítulo 7.

c. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 7.5 ; Volumen 3, Capítulo 7.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006.

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

Los parámetros utilizados para la estimación fueron tomados por defecto (Directrices del IPCC de 2006).

En la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados para la estimación de emisiones de la subcategoría de Agentes Espumantes.

**TABLA 4.53** Agentes espumantes: Parámetros.

HFC	Año de introducción	Vida útil (años)	Factor de emisión $f_y$ (%)	Factor de emisión $a_l$ (%)	DLf (t)	RT (t)
HFC-227 <i>ea</i>	2013	20	10	4,5	0	0
HFC-245 <i>fa</i>	2016	20	10	4,5	0	0
HFC-365 <i>mfc</i>	2013	20	10	4,5	0	0

Fuente: elaboración propia

### 4.7.6. Protección contra incendios (CRT 2.F.3.)

#### 4.7.6.1. Descripción de la subcategoría

Hay dos tipos generales de equipos contra incendios (extinción) que usan los HFC y los PFC para reemplazar parcialmente los halones: los equipos portátiles (de chorro corriente) y los equipos fijos (de anegación). En Uruguay se han registrado importaciones de HFC-227*ea* para aplicación en extintores.

#### 4.7.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de HFC en la subcategoría 2.F.3. - Productos contra incendios entre 2000 y 2022 muestra una tendencia de aumento general, pasando de 0,4 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2000 a 16,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un incremento global del 3.950%. Esta subcategoría muestra una expansión continua en el uso de agentes contra incendios que emplean HFC-227*ea*, reflejando la creciente adopción de estos compuestos en sistemas de protección con respecto a 1990.

Entre 2000 y 2008, las emisiones crecieron rápidamente, alcanzando 4,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2008, un aumento significativo comparado con los niveles iniciales. Posteriormente, el crecimiento fue aún más pronunciado entre 2010 y 2014, cuando las emisiones alcanzaron 16,4 kt CO<sub>2</sub>-eq, marcando un aumento de 264% respecto a 2008. Este nivel se mantuvo constante en 2016 y 2017 antes de experimentar una ligera subida a 22,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2020.

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

En los últimos dos años, las emisiones disminuyeron nuevamente, cerrando en 16,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que podría indicar una estabilización o reducción en el uso de estos agentes.

### 4.7.6.3. 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*.

Las emisiones de los aerosoles se consideran rápidas pues, para la mayoría de las sub-aplicaciones, toda la carga inicial se escapa dentro del primer o segundo año posterior a la fabricación y típicamente dentro de los seis meses posteriores a la venta. Por lo tanto, para estimar las emisiones, es necesario conocer la cantidad total del aerosol cargado inicialmente, antes de la venta, en los contenedores del producto. Las emisiones para cada aerosol individual durante el año t pueden calcularse de la manera siguiente:

**TABLA 4.54** Aerosoles: Cálculo de emisiones de GEI.

Emisiones <sub>t</sub> = S <sub>t</sub> × FE + S <sub>t-1</sub> × (1 - FE) (a)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisiones <sub>t</sub>	Emisiones en el año t	t
Banco <sub>t</sub>	Banco de agente en los equipos de protección contra incendios en el año t	t
S <sub>t</sub>	Cantidad de GEI confinado en los productos con aerosol vendidos en el año t	t
S <sub>(t-1)</sub>	Cantidad de GEI confinado en los productos con aerosol vendidos en el año t-1	t
FE	Cantidad de agente nuevo suministrado (es decir, excluido el agente reciclado) en los equipos de protección contra incendios producidos en el año t (b)	t

**Notas:**

a. (Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 7, Ecuación 7.6).

b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Sección 7.3.2.2; Volumen 3, Capítulo 7.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006.

Los parámetros utilizados para la estimación fueron tomados por defecto (Directrices del IPCC de 2006).

En la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados para la estimación de emisiones de la subcategoría de Protección contra Incendios.

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

TABLA 4.55 Protección contra incendios: Parámetros.

HFC	Año de introducción	Vida útil (años)	Factor de emisión (%)	RRL
HFC-227 <sup>ea</sup>	2000	20	4	0

Fuente: elaboración propia

### 4.7.7. Aerosoles (CRT 2.F.4.)

#### 4.7.7.1. Descripción de la subcategoría

La mayoría de los contenedores de aerosoles contienen propulsores de hidrocarburos (HC), pero en una pequeña fracción del total, los HFC y PFC pueden usarse como propulsores o solventes. Las emisiones de los aerosoles ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de la venta. Sin embargo, el periodo comprendido entre la fabricación y la venta puede variar significativamente según la sub-aplicación involucrada.

Las 5 sub-aplicaciones principales son las siguientes:

- Inhaladores dosificados (MDI, del inglés, Metered Dose Inhalers) (Aerosoles de uso médico)
- Productos de higiene personal (p. ej., cuidado del cabello, desodorantes, cremas de afeitar);
- Productos para uso doméstico (p. ej., desodorantes ambientales, limpiadores para hornos y tejidos);
- Productos industriales (p. ej., rociadores para limpiezas especiales tales como las de contactos eléctricos, lubricantes, congelantes);
- Otros productos generales (p. ej., serpentinas gelatinosas, infladores de neumáticos, cláxones)

En Uruguay se registran importaciones de HFC-134a con uso para aerosol que son asignados al uso para inhaladores dosificados.

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

### 4.7.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de HFC en la subcategoría 2.F.4 - Aerosoles entre 2010 y 2022 muestra que las emisiones comenzaron en 8,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2010 y aumentaron progresivamente hasta 25,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2020, lo que representa un incremento del 200% en este período.

A lo largo de la serie, hubo algunas fluctuaciones, especialmente entre 2020 y 2022. Después de alcanzar un pico de 25,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2020, las emisiones se mantuvieron prácticamente estables, con un ligero descenso a 24,5 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022.

### 4.7.7.3. 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.

Las emisiones se estimaron con las siguientes ecuaciones:

**TABLA 4.56** Protección contra incendios: Cálculo de emisiones de GEI.

$\text{Emisiones de GEI (t)} = \text{Banco} \times \text{FE} + \text{RRL}_t \text{ (a)}$ $\text{Banco}_t = \sum_{i=t_0}^{t=t} (\text{Producción}_i + \text{Importaciones}_i - \text{Destrucción}_i - \text{Emisiones}_{i+1}) - \text{RRL}_t$		
Factor	Descripción	Unidad
Emisión de GEI	Emisiones de GEI	t
Banco <sub>t</sub>	Banco de agente en los equipos de protección contra incendios en el año t	t
FE	Fracción del agente en los equipos emitido cada año (excluidas las emisiones provenientes de equipos retirados o puestos fuera de servicio) (b)	adimensional
RRL <sub>t</sub>	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 de protección contra incendios existentes en el año t	t
Producción <sub>t</sub>	Cantidad de agente nuevo suministrado (es decir, excluido el agente reciclado) en los equipos de protección contra incendios producidos en el año t	t
Importaciones <sub>t</sub>	Cantidad de agente en equipos de protección contra incendios importados en el año t	t
Exportaciones <sub>t</sub>	Cantidad de agente en equipos de protección contra incendios exportados en el año t	t
Destrucción <sub>t</sub>	Cantidad de agente de los equipos de protección contra incendios que se recolecta y destruye	t
t	Año para el cual se están estimando las emisiones	
t <sub>0</sub>	Primer año de producción de la sustancia química y/o de su uso	
i	Índice de conteo desde el primer año de producción de la sustancia química y/o de su uso, hasta el año en curso t	

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 7, Ecuación 7.17).

b. Por defecto, Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 7.5 ; Volumen 3, Capítulo 7.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006.

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

Los parámetros utilizados para la estimación fueron tomados por defecto (Directrices del IPCC de 2006).

En la siguiente tabla se presentan los parámetros utilizados para la estimación de emisiones de la subcategoría de Aerosoles.

**TABLA 4.57** Aerosoles: Parámetros.

HFC	Año de introducción	Factor de emisión (fracción en el año)
HFC-134a	2000	0,5

Fuente: elaboración propia en base a la Directrices del IPCC de 2006

### 4.7.8. Uso de solventes (CRT 2.F.5.)

No Ocurre en el país.

### 4.7.9. Otros (CRT 2.F.6.)

No Ocurre en el país.

### 4.7.10. Incertidumbres

Para la incertidumbre del factor de emisión se estimó para:

- Refrigeración y aire Acondicionado 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*.
- Protección contra incendios de la Sección 7.6.3. y 7.6.2.2., Cap. 7 Vol 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.
- Espumas: Sección 7.4.3., Cap. 7, Vol 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.
- Aerosoles: Sección 7.3.3., Cap. 7, Vol 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La tabla siguiente presenta el resumen de las incertidumbres.

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

TABLA 4.58 Uso de Productos Sustitutos de SAO: resumen de la incertidumbre combinada.

Código	Categoría	GEI	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.F.1.a.	Refrigeración y Aire Acondicionado estacionario	HFC	87,68%	68,52%	111,28%
2.F.1.a.	Refrigeración y Aire Acondicionado estacionario	HFC	87,68%	68,52%	111,28%
2.F.1.b.	Refrigeración y Aire Acondicionado móvil	HFC	50,00%	33,30%	60,07%
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	10,00%	10,00%	14,14%
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	15,00%	6,00%	16,16%
2.F.4.	Aerosoles	HFC	10,00%	10,00%	14,14%

La incertidumbre presentada es validada para cada HFC individual.

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

### 4.7.11. Consistencia de la serie temporal

La serie de datos para esta subcategoría se genera a partir de estadísticas de consumo de HFC suministradas por la División Mitigación de la DINACC del MA y se utilizan las mismas metodologías y Factores de emisión a lo largo de la serie temporal.

## 4.8. Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G)

### 4.8.1. Descripción de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones del hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) 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 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) para usos anestésicos, los propulsores y otros usos de productos. Esta categoría se divide en cuatro subcategorías: equipos eléctricos,  $\text{SF}_6$  y PFC de otros usos de productos,  $\text{N}_2\text{O}$  de usos de productos, y otros. (IPCC, 2006)

Se identifica que en Uruguay se generan emisiones de  $\text{SF}_6$  a partir del uso de equipos eléctricos; asimismo se generan emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  de usos de productos.

### 4.8.2. Tendencia de los GEI

El análisis de las emisiones entre 1990 y 2022 muestra variaciones entre sus subcategorías, con un cambio global de tendencia hacia la reducción de emisiones en



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

la subcategoría 2.G.3. - N<sub>2</sub>O del uso de productos (fundamentalmente uso medicinal), mientras que 2.G.1. - Equipamiento eléctrico (Uso de SF<sub>6</sub> en equipamiento eléctrico) tuvo fluctuaciones sin una tendencia clara de disminución o aumento continuo.

En el caso de 2.G.1. - Equipamiento eléctrico, las emisiones no se estiman en los primeros años de la serie (por falta de datos de actividad) y comienzan a estimarse a partir del 2000 con 1,5 kt CO<sub>2</sub>-eq, manteniéndose relativamente estables hasta 2006. A partir de 2008, las emisiones experimentaron un pico de 6,7 kt CO<sub>2</sub>-eq y luego fluctuaron, descendiendo hasta 0,4 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2014, y manteniéndose en valores bajos hasta 2022, donde cerraron en 2,2 kt CO<sub>2</sub>-eq. En términos de porcentaje, esta subcategoría representa aproximadamente el 52% de las emisiones totales de 2.G en el año 2022, indicando su relevancia dentro de la categoría.

Por otro lado, la subcategoría 2.G.3. - N<sub>2</sub>O del uso de productos muestra una reducción significativa en el periodo, pasando de 5,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1998 a 2,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa una disminución de 60%. Este descenso en las emisiones de N<sub>2</sub>O refleja posiblemente la reducción en el uso de N<sub>2</sub>O con fines anestésicos medicinales. En términos de aporte, 2.G.3. contribuyó con aproximadamente el 48% de las emisiones totales de la categoría 2.G. en 2022.

En conjunto, la categoría 2.G. tuvo una tendencia hacia la estabilización en los últimos años, con un valor total de 4,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, y refleja un cambio en la dinámica de uso y emisión de productos en estas subcategorías, con 2.G.1. ganando mayor protagonismo en el total de emisiones.

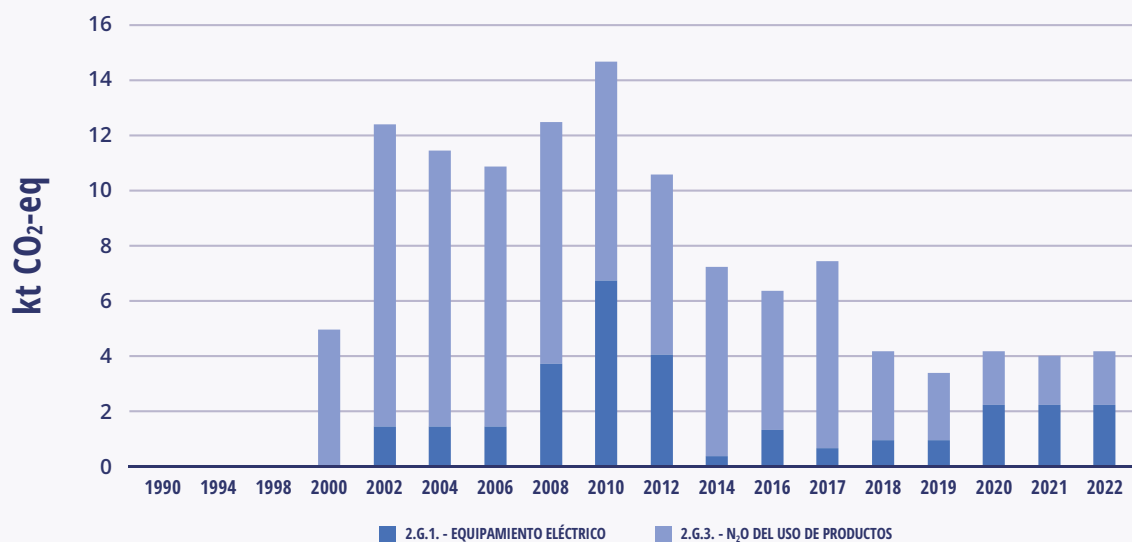
**TABLA 4.59** Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

2.G. - Manufactura y utilización de otros productos	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2.G.1 - Equipamiento eléctrico	NE	NE	NE	NE	1,5	1,5	1,5	3,7	6,7	4,0	0,4	1,3	0,7	1,0	1,0	2,2	2,2	2,2
2.G.3. - N <sub>2</sub> O del uso de productos	NE	NE	NE	5,0	10,9	10,0	9,4	8,7	7,9	6,5	6,8	5,0	6,8	3,2	2,4	2,0	1,8	2,0
TOTAL	NE	NE	NE	5,0	12,4	11,4	10,9	12,4	14,6	10,6	7,2	6,4	7,4	4,2	3,4	4,2	4,0	4,2

Fuente: elaboración propia

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

FIGURA 4.21 Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

### 4.8.3. 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 *SF<sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos* no ocurre en el país. En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

TABLA 4.60 Manufactura y utilización de otros productos: métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
2.G.1.	Equipos eléctricos									NO	NO	T1	D
2.G.2.	SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos									NO	NO	NO	NO
2.G.3.	N <sub>2</sub> O de usos de productos					T1, IE	D, IE						

Fuente: elaboración propia

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

### 4.8.4. Equipos eléctricos (CRT 2.G.1.)

#### 4.8.4.1. Descripción de la subcategoría

El hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) 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  $\text{SF}_6$  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  $\text{SF}_6$  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.

#### 4.8.4.2. Tendencia de emisiones de GEI

Las emisiones de hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) se produjeron en su totalidad a partir de su uso en equipos transformadores para la distribución de energía eléctrica. No se estiman emisiones en los inicios de la serie temporal por falta de datos de actividad.

La subcategoría 2.G.1. - Equipamiento eléctrico comenzó a registrar emisiones en 2002 con un valor de 1,5 kt  $\text{CO}_2$ -eq. Es importante aclarar que antes de 2002 no se estimaron emisiones para esta subcategoría debido a la falta de datos de actividad, lo que impidió realizar cálculos precisos en esos años iniciales.

A partir de 2002, las emisiones se mantuvieron constantes hasta 2006, pero en 2008 experimentaron un aumento significativo, alcanzando 6,7 kt  $\text{CO}_2$ -eq (un incremento del 346,7% respecto a 2002). Tras este pico, las emisiones cayeron drásticamente a 0,4 kt  $\text{CO}_2$ -eq en 2014 (una reducción del 94 % respecto a 2008). En los años recientes, se observó un leve repunte, cerrando en 2,2 kt  $\text{CO}_2$ -eq en 2022, lo cual representa un aumento del 46,7% en comparación con el valor de 2002.

En 2022, 2.G.1. - Equipamiento eléctrico contribuyó con aproximadamente el 52% de las emisiones totales de la categoría 2.G, consolidándose como la principal fuente de emisiones en esta categoría. Esta variabilidad refleja tanto avances en la gestión de estos equipos como cambios en la demanda y reposición de equipamientos eléctricos que contienen gases de efecto invernadero.

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

### 4.8.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de esta subcategoría se deben considerar las emisiones de la fabricación, instalación, uso de los equipos y de eliminación de los equipos. Se cuenta con datos de actividad de la única empresa eléctrica del país (UTE) acerca del inventario de existencias y la reposición de gas anual (tanto para instalación como uso) a partir del año 2002. No existe fabricación, ni destrucción de SF<sub>6</sub> a nivel nacional, tampoco se lleva registro del gas liberado por la eliminación de equipos.

**TABLA 4.61** Equipos eléctricos: Cálculo de emisiones de GEI.

Emisiones totales = Emisiones de la fabricación + Emisiones de la instalación de los equipos + Emisiones del uso de los equipos + Emisiones de la eliminación de los equipos (a)		
Factor	Descripción	Unidad
Emisiones totales	Emisiones de GEI	t
Emisiones de la fabricación	Factor de emisión de la fabricación x Consumo de SF <sub>6</sub> por los fabricantes de los equipos	t
Emisiones de la instalación de los equipos	Factor de emisión de la instalación x Capacidad nominal de SF <sub>6</sub> para la instalación	t
Emisiones del uso de los equipos	Factor de emisión del uso x Capacidad nominal de SF <sub>6</sub> para el uso de los equipos	t
Emisiones de la eliminación de los equipos	Capacidad nominal total de los equipos que se retiran x Fracción de SF <sub>6</sub> que permanece en los equipos retirados	t

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 8, Ecuación 8.1.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006.

Como se comentó anteriormente las emisiones se estiman y asignan al uso de equipos eléctricos utilizando la capacidad nominal en base a los inventarios de SF<sub>6</sub> y estimando el factor de uso en base a las reposiciones realizadas en el año.

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

TABLA 4.62 Equipos eléctricos: datos de actividad.

Año	Capacidad instalada (Ton)	Factor de uso (fracción)
2002	20,63	0,003
2004	20,63	0,003
2006	20,63	0,003
2008	20,63	0,00766
2010	20,63	0,01391
2012	20,63	0,00834
2014	20,63	0,00083
2016	18,74	0,00306
2017	14,42	0,00196
2018	28,23	0,00146
2019	28,23	0,00146
2020	29,84	0,00319
2021	29,8404	0,00319
2022	29,8404	0,00319

Fuente: elaboración propia

### 4.8.5. SF<sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos (CRT 2.G.2.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

### 4.8.6. N<sub>2</sub>O de otros usos de productos (CRT 2.G.3.)

#### 4.8.6.1. Descripción de la subcategoría y tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones por evaporación de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 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.);
- 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.

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

De acuerdo con la información recopilada en Uruguay, se contabilizan las diferentes actividades anteriores en una sola categoría, siendo esta 2.G.3.a., siendo ésta la principal actividad de uso del país.

### 4.8.6.2. *Tendencia de las emisiones de GEI*

La subcategoría 2.G.3. - N<sub>2</sub>O del uso de productos ha mostrado una tendencia general de disminución en las emisiones de N<sub>2</sub>O en términos de kt CO<sub>2</sub>-eq a lo largo de la serie temporal, debido fundamentalmente a la baja de su uso como anestésico. Iniciando en 5,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2000, las emisiones alcanzaron un pico en 2002 con 10,9 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa un incremento del 118% en comparación con el valor inicial. Este aumento puede estar asociado a variaciones en el uso de productos que contienen óxido nitroso en esa época.

Sin embargo, a partir de 2002, las emisiones comenzaron una tendencia decreciente con ciertas fluctuaciones. Entre 2002 y 2010, las emisiones bajaron significativamente, pasando de 10,9 kt CO<sub>2</sub>-eq a 5,0 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa una reducción del 54%. La tendencia de reducción continuó hasta 2018, cuando las emisiones alcanzaron un valor mínimo de 1,8 kt CO<sub>2</sub>-eq.

En los últimos años, se observa una leve estabilización en las emisiones, cerrando en 2,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo cual marca una reducción global del 60% desde el inicio de la serie en 2000.

### 4.8.6.3. *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 N<sub>2</sub>O 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.

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

**TABLA 4.63** N<sub>2</sub>O del Uso de Productos: Cálculo de emisiones de GEI.

Emisiones = $[0,5.A(t) + 0,5.A(t-1)].EF$ (a)		
Factor	Descripción	Unidad
A (t)	cantidad total de N <sub>2</sub> O suministrada en el año t	t
A (t-1)	cantidad total de N <sub>2</sub> O suministrada en el año t-1	t
EF	Factor de emisión	fracción

**Notas:**

a. Directrices del IPCC de 2006, Vol 3, Cap. 8, Ecuación 8.24.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006.

El dato de actividad se estima a partir de datos nacionales de utilización de N<sub>2</sub>O para aplicaciones médicas obtenidos a partir de datos de importaciones, publicaciones nacionales y de la empresa distribuidora. No se cuenta con información previa al año 2000 y por lo tanto no se estiman dichas emisiones.

**TABLA 4.64** N<sub>2</sub>O del Uso de Productos: Consumo de N<sub>2</sub>O (t).

Año	Consumo de N <sub>2</sub> O (t)
2000	37,5
2002	82,5
2004	75,3
2006	71,0
2008	65,9
2010	59,6
2012	49,2
2014	51,3
2016	37,8
2017	13,2
2018	11,1
2019	7,3
2020	7,5
2021	5,9
2022	8,9

Fuente: elaboración propia

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

### 4.8.7. Incertidumbre

Para las incertidumbres se consideran los lineamientos propuestos en las Directrices del IPCC de 2006 (Capítulo 8 del Volumen 3)

La siguiente presenta los resultados de la estimación de incertidumbre para el N<sub>2</sub>O de otros usos de productos. La incertidumbre combinada se estimó por propagación del error.

**TABLA 4.65** Manufactura y utilización de otros productos: resumen de la incertidumbre combinada.

Código	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
2.G.1.	Equipos eléctricos de otros usos de productos	SF <sub>6</sub>	10,0	30,0	31,6
2.G.3.	N <sub>2</sub> O de otros usos de productos	N <sub>2</sub> O	10,0	10,0	14,1

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

### 4.8.8. 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.

## 4.9. Otros (CRT 2H)

### 4.9.1. Descripción de la categoría

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.

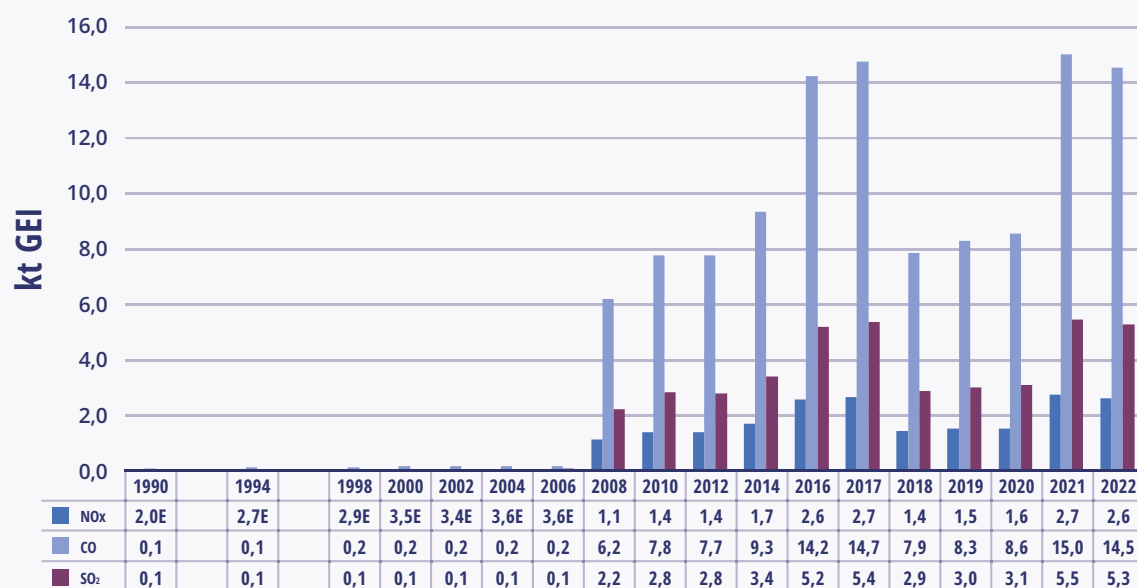
### 4.9.2. Tendencia de GEI

Para el análisis de la categoría 2.H. - Otros, relacionada con emisiones indirectas de compuestos como NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> y COVDM para Industria de la Pulpa y el papel y emisiones de COVDM para industria de la alimentación y bebidas, se observa lo siguiente:



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

FIGURA 4.22 Evolución de emisiones de NOx, CO y SO<sub>2</sub> (kt GEI).



Fuente: elaboración propia

Las emisiones de NOx muestran un aumento general en el periodo de 1990 a 2022, pasando de 0,0204 kt en 1990 a 2,63 kt en 2022. Esta tendencia se caracteriza por un incremento significativo a partir de 2008, con un salto desde 0,0364 kt en 2006 hasta 1,12 kt en 2008, lo cual representa un aumento de más del 3.000% en comparación con los valores de los años anteriores. A partir de 2010, las emisiones continuaron en ascenso hasta alcanzar un máximo de 2,73 kt en 2021, con una leve disminución en 2022. La variación de las emisiones se explica por la variación en nivel de actividad e incorporación sucesiva de plantas de producción de plantas de celulosa en el país.

Las emisiones de CO también exhiben un incremento a lo largo de la serie. En 1990, las emisiones se estimaban en 0,112 kt, aumentando hasta 14,5 kt en 2022. Al igual que con NOx, hay un incremento abrupto entre 2006 y 2008, pasando de 0,2 kt en 2006 a 6,17 kt en 2008. Esta tendencia de incremento acelerado continúa en los años posteriores, alcanzando picos de 15,0 kt en 2021 antes de descender ligeramente en 2022. Al igual que NOx las emisiones se explican por la variación en el nivel de actividad de la producción de celulosa y papel

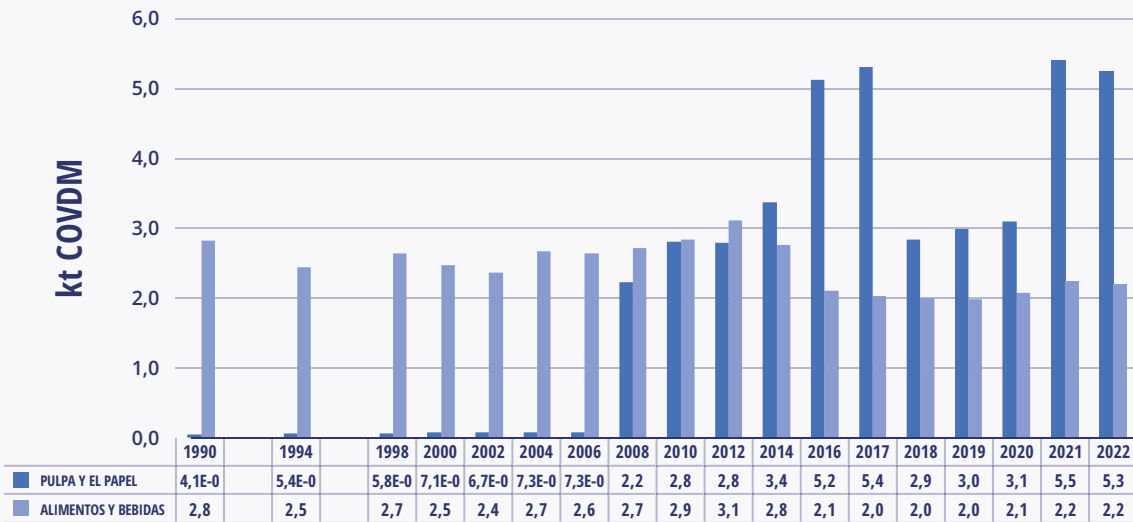
Para SO<sub>2</sub>, las emisiones totales muestran un incremento considerable en el periodo analizado, pasando de 0,0407 kt en 1990 a 5,26 kt en 2022. De manera similar a NOx y CO, se observa un incremento pronunciado en 2008, cuando las emisiones alcanzan los 2,24 kt. Posteriormente, las emisiones de SO<sub>2</sub> aumentan de forma constante, alcanzando un pico en 2021 con 5,46 kt antes de una ligera reducción en 2022. Las

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

emisiones de la industria de la pulpa y el papel y la variación en su nivel de actividad justifican las variaciones observadas al igual que para NOx y CO.

En cuanto a los COVDM, las emisiones totales aumentaron de 2,87 kt en 1990 a 7,50 kt en 2022. El incremento más notable ocurre entre 2006 y 2008, donde las emisiones pasan de 2,72 kt a 4,97 kt, marcando un incremento del 82%. A partir de 2008, las emisiones mantienen una tendencia de crecimiento moderado, alcanzando un máximo en 2021 con 7,70 kt y disminuyendo ligeramente en 2022. La industria de alimentos y bebidas representa un importante aporte en las emisiones de COVDM, seguido de la industria de la pulpa y el papel.

FIGURA 4.23 Otros: total de emisiones por subcategoría (kt COVDM), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

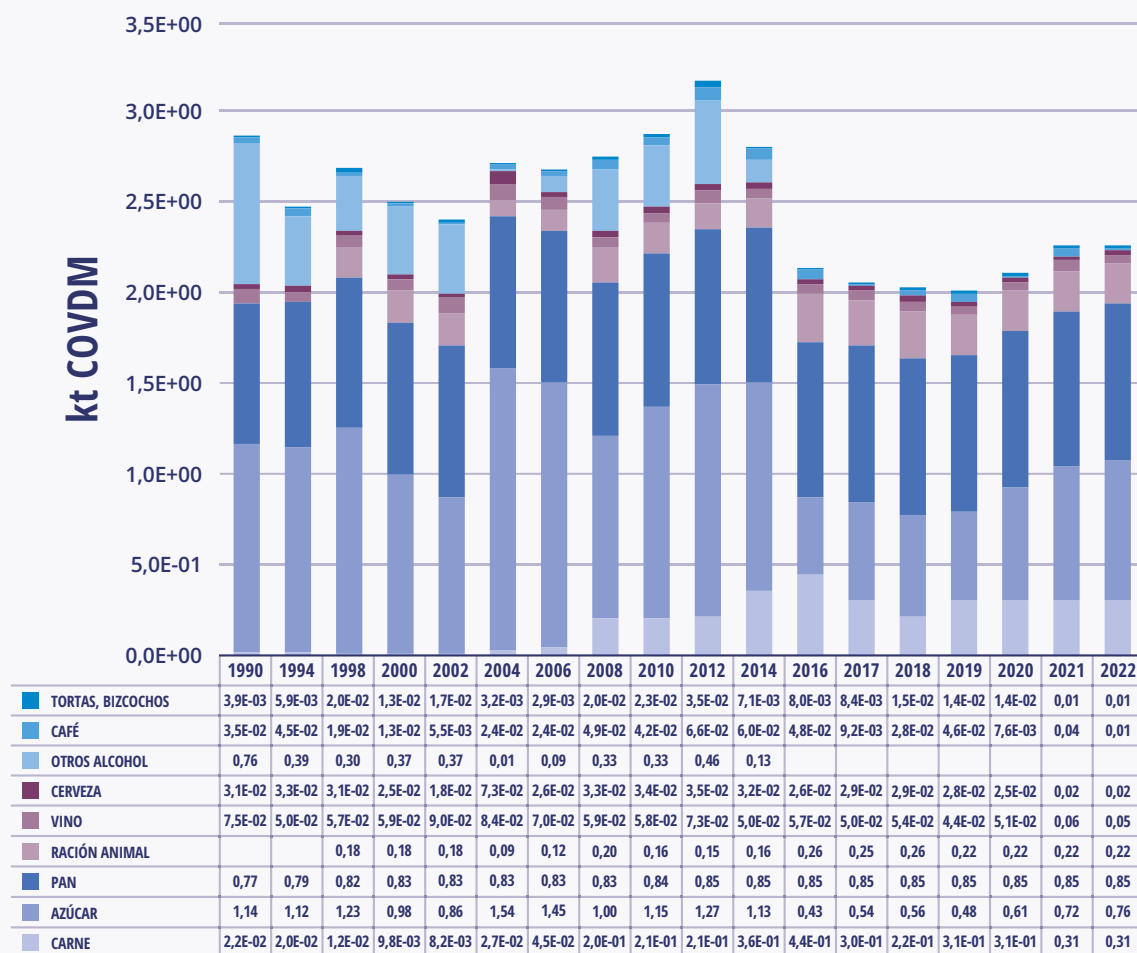
El aumento en las emisiones de COVDM entre 1990 y 2022 se debe principalmente al crecimiento en la actividad de la Industria de la Pulpa y el Papel y la Industria de Alimentos y Bebidas. En 1990, las emisiones totales de COVDM fueron de 2,87 kt, con la Industria de Alimentos y Bebidas contribuyendo con un 97,5% (2,8 kt) y la Industria de la Pulpa y el Papel con un 1,4% (0,041 kt). Para 2022, las emisiones de COVDM alcanzaron los 7,50 kt. En este año, la Industria de Alimentos y Bebidas mantuvo su papel como el mayor contribuyente con un 73,3% (5,5 kt), mientras que la Industria de la Pulpa y el Papel incrementó su participación relativa al 5,3% (0,40 kt). Esta variación sugiere un incremento en la producción o en los procesos asociados a la pulpa y el papel, elevando su impacto dentro de la categoría total.

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

El registro de la producción de otros alcoholes se detiene en 2016 por el cierre de la planta de alcoholes de ANCAP. No se cuenta con datos de Ración Animal para los primeros años de inventario.

Las emisiones de COVDM en la categoría de los Alimentos y Bebida mostraron una disminución del 21%, de 2,8 kt en 1990 a 2,2 kt en 2022. La mayor contribución provino de la producción de azúcar, que representó el 39% de las emisiones en 1990 y descendió a un 36% en 2022. Le sigue la producción de pan, que se mantuvo estable en torno al 31-39% del total a lo largo de la serie. La ración animal, que comenzó a reportarse posteriormente, alcanzó un 10% de participación en 2022. Otros productos como vino y cerveza tuvieron contribuciones menores, con ligeras fluctuaciones y una participación conjunta de alrededor del 3-5% en los años recientes.

FIGURA 4.24 Alimentos y bebidas: total de emisiones por GEI (kt COVDM), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

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

### **4.9.3. Aspectos metodológicos**

El dato de actividad fue proporcionado por las Industrias del sector, el Instituto Nacional de Estadística (INE) y Sistema de Información Ambiental (SIA) y los factores de emisión se tomaron de EMEP/CORINAIR *Emission Inventory Guidebook* (EEA, 2019).

### **4.9.4. Incertidumbre**

Solo se estiman las emisiones de las categorías con GEI directos.

### **4.9.5. 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.

## **4.10. Flexibilidad aplicada en el sector**

Se aplica la flexibilidad descrita en el punto 1.9.

## **4.11. Incertidumbre sectorial**

### **4.11.1. Análisis cualitativo**

#### *Dióxido de Carbono*

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en este sector provienen de diversas fuentes: producción de cemento, producción de cal, producción de cerámicas, producción de vidrio, uso de carbonato sódico, producción de acetileno, uso de carbonato sódico, producción de hierro y acero, uso de lubricantes y uso de cera de parafina. La estimación de las mismas se realiza mediante la aplicación de un factor de emisión a la cifra de producción (o consumo) correspondiente a cada una de las actividades mencionadas. Por lo tanto, la incertidumbre del resultado final depende claramente de las incertidumbres que introducen los datos de actividad y los factores de emisión.

Los establecimientos industriales que se dedican a estas actividades son poco numerosos y se encuentran muy bien identificados. Las fuentes de los datos de actividad fueron las empresas de los diversos ramos, importaciones (Dirección Nacional de Aduanas) y BEN (Balance Energético Nacional). Por lo tanto, se considera que la incertidumbre asociada a los mismos es muy baja.

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

Por otra parte, los factores de emisión utilizados son los factores por defecto recomendados por la metodología IPCC y los mismos no han sido sometidos a una verificación a nivel local. En particular, el factor de emisión de producción de cemento ha sido corregido con el contenido de CaO nacional, por lo que la incertidumbre en este sentido ha disminuido. Se puede considerar que la incertidumbre asociada a estos factores es media.

En virtud de lo expuesto en cuanto a las incertidumbres en los datos de actividad y factores de emisión, se concluye que la cifra de emisiones de CO<sub>2</sub> informada para los procesos industriales presenta una incertidumbre media.

### *Óxidos de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y Dióxido de Azufre*

Estas emisiones provienen de las actividades de producción de papel, pulpa de papel, producción de acero y producción de ácido sulfúrico.

Análogamente a lo que ocurre con las industrias del cemento y la cal, los establecimientos industriales que se dedican a la producción de pulpa de papel y ácido sulfúrico son escasos y se encuentran bien identificados. Los mismos constituyeron la fuente de información directa de los datos de actividad necesarios para el cálculo, por lo que, en este caso, también se considera que estas cifras poseen buena exactitud e incertidumbre baja.

Por otra parte, los factores de emisión fueron tomados de los valores por defecto que brinda la metodología EMEP/EEA (2019), excepto para la producción de ácido sulfúrico que se aplicaron factores de emisión brindados por los propios proveedores de información. En este sentido, al desconocer si los factores de emisión por defecto se ajustan adecuadamente a los procesos en estudio y dada la significancia en la emisión de estos gases de algunas de las industrias de esta categoría, con un criterio conservador se le asigna una clasificación media a la incertidumbre asociada a ellos. Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se considera que las cifras de emisiones de NO<sub>x</sub>, CO y SO<sub>2</sub> provenientes del sector Procesos Industriales poseen una incertidumbre de carácter medio.

### *Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano*

En el sector IPPU se generan emisiones de COVDM en las siguientes categorías: Producción de vidrio, Producción de Acero, Uso de Solventes, Uso de Asfalto, Industria de la Pulpa y el Papel e Industria de Alimentos y Bebidas.

Para la producción de vidrio se utilizó como fuente del dato de actividad un informe del sector en Uruguay y se considera que su incertidumbre es media.

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

La estimación del uso de solventes tuvo diversas fuentes de datos: producción nacional de pinturas e importaciones, Sistema de Información Ambiental (espuma de poliuretano) y población nacional para la estimación de emisiones con factores de emisión per cápita (ver Anexo con Tablas sectoriales con metodologías, fuentes de factores de emisión y fuentes de datos de actividad).

Respecto a las emisiones por uso de asfalto, el dato de actividad utilizado en el cálculo corresponde a la totalidad del asfalto consumido a nivel nacional y se utiliza un factor de emisión por defecto para pavimentación asfáltica, por lo que la incertidumbre de estas emisiones es alta. Sin embargo, dichas emisiones representan menos de 0,1% de las emisiones del sector.

Para la producción de pulpa y papel los datos de actividad se tomaron de información directa de las industrias del ramo por lo que la incertidumbre es baja. El factor de emisión utilizado es por defecto y se considera, por lo tanto, con incertidumbre media.

Respecto a la producción de alimentos y bebidas, la calidad de los datos de actividad es el resultado de registros estadísticos o de proyecciones realizadas en base a ellos. En algunas subcategorías la información es brindada directamente por las industrias. Por otra parte, los factores de emisión fueron tomados de los valores por defecto que brinda la metodología EMEP/EEA (2019) y se estima que su incertidumbre es media. En líneas generales se entiende que la incertidumbre total para las emisiones de COVDM se puede considerar media-alta.

### *HFCs y PFC*

Las emisiones de estos gases se generan principalmente por el uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración. Dado que no existe producción de estos gases a nivel nacional, las estimaciones de sus emisiones (Tier 1) se basan en los datos de importaciones de este tipo de gases y parámetros por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. Se considera que la incertidumbre en las estimaciones de sus emisiones es de magnitud media-alta.

### *Hexafluoruro de Azufre*

Las emisiones de este gas se produjeron por su uso en equipos transformadores para la distribución de energía eléctrica. Dado que la Administración Nacional de Energía y Trasmisiones Eléctricas (UTE) tiene el monopolio de distribución de electricidad en el país, la cantidad de hexafluoruro de azufre en uso se obtuvo directamente de esa fuente. Sin embargo, para la estimación de emisiones se han realizado algunos supuestos a partir de la información disponible (reposición anual de gas), que no necesariamente

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

representa las emisiones anuales, por lo que aumenta la incertidumbre de la estimación de manera significativa. Por lo tanto, se considera que las emisiones estimadas para este gas presentan una incertidumbre media-alta.

### 4.11.2. Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo se realizó a partir de la metodología propuesta en las Directrices del IPCC de 2006. Los valores de las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisiones fueron tomados por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Se determinó una incertidumbre global de las emisiones GEI (expresadas en Gg CO<sub>2</sub>-eq GWP<sub>100 AR5</sub>) para el sector IPPU de +/-22,7%.

**TABLA 4.66** Sector IPPU: incertidumbre combinada por categoría.

Categoría	Gas	Emisiones/ Remociones (kt CO <sub>2</sub> -eq)	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
<b>2 - Procesos Industriales y Uso de Productos</b>						
2.A.1 - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	416	1,50%	2,90%	0,03265	0,00022
2.A.2 - Producción de cal	CO <sub>2</sub>	67,9	6,00%	2,00%	0,06325	0,00002
2.A.4.a. - Otros usos en procesos de carbonatos: Cerámicas	CO <sub>2</sub>	0,1	4,24%	3,00%	0,05194	0,00000
2.A.4.b. - Otros usos en procesos de carbonatos: Otro Uso de Carbonato de Sodio	CO <sub>2</sub>	1,3	4,24%	2,50%	0,04922	0,00000
2.B.5. - Producción de Carburo	CO <sub>2</sub>	0,1	5,00%	10,00%	0,11180	0,00000
2.C.1. - Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	4,0	10,00%	10,00%	0,14142	0,00000
2.D.1. - Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	10,6	4,00%	50,00%	0,50160	0,00003
2.D.2. - Uso de la cera de parafina	CO <sub>2</sub>	0,6	5,00%	100,12%	1,00245	0,00000
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 23	0,0	87,68%	68,52%	1,11278	0,00000
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 32	11,8	87,68%	68,52%	1,11278	0,00021
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 125	128,0	87,68%	68,52%	1,11278	0,02466
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 134a	59,1	87,68%	68,52%	1,11278	0,00525
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 152a	0,1	87,68%	68,52%	1,11278	0,00000
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC 143a	116,1	87,68%	68,52%	1,11278	0,02026
2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	PFC 114	0,03	87,68%	68,52%	1,11278	0,00000

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

Categoría	Gas	Emisiones/ Remociones (kt CO <sub>2</sub> -eq)	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
2.F.1.b. - Aire Acondicionado Movil	HFC 134a	41,3	50,00%	33,30%	0,60074	0,00075
2.F.2. - Agentes espumantes	HFC 227ea	1,4	10,00%	10,00%	0,14142	0,00000
2.F.2. - Agentes espumantes	HFC 245 fa	0,1	10,00%	10,00%	0,14142	0,00000
2.F.2. - Agentes espumantes	HFC 365 mfc	4,1	10,00%	10,00%	0,14142	0,00000
2.F.3. - Protección contra incendios	HFC 227ea	16,2	15,00%	6,00%	0,16155	0,00001
2.F.4. - Aerosoles	HFC 134a	24,5	10,00%	10,00%	0,14142	0,00001
2.G.1.b. - Manufactura y Utilización de Otros Productos: Uso de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	2,2	10,00%	30,00%	0,31623	0,00000
2.G.3.a. - N <sub>2</sub> O de Uso de Productos: Aplicaciones médicas	N <sub>2</sub> O	2,0	10,00%	10,00%	0,14142	0,00000

<b>TOTAL:</b>		907			Suma	0,1
					Incertidumbre (%)	22,7

Fuente: elaboración propia

### 4.12. Actividades de QA/QC del sector

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 (Ver Anexo Plan de Calidad).

Las estimaciones se realizaron por duplicado en el Software del IPCC de 2006 y en libro de cálculo, reproduciendo las estimaciones.

Dentro de los controles se efectuaron:

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 y 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.



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

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, con los que se realizan en el presente inventario.

Control de calidad intersectorial con el sector Energía para la asignación de materias primas y no energéticos:

- Las actividades de combustión con fines energéticos son reportadas en el sector energía
- En el sector IPPU se reporta exclusivamente el uso no energético de lubricantes y el uso de asfaltos

Con respecto al aseguramiento de calidad, las categorías del sector comprendidas en el KPI-1 del Bono Indexado a Indicadores de Cambio Climático (BIICC), correspondientes a las categorías, estimadas y reportadas en el INGEI 2012, son sometidas de forma anual a revisión externa coordinada por PNUD.

El informe de la última revisión se puede encontrar en el sitio web del BIICC<sup>26</sup>.

### 4.13. Recálculos específicos del sector

La siguiente tabla presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto al INGEI 1990-2020.

Se observan en varias categorías variaciones de emisiones en los decimales, debido fundamentalmente a la migración a la nueva versión del Software del IPCC. En el caso de 2A1-Producción de Cemento se mejoran algunos datos de actividad de algunos años en serie temporal. Para el caso de 2F Uso de Productos Sustitutos de SAO, la nueva versión de Software del IPCC incorpora para Refrigeración y Aire Acondicionado las Ecuaciones propuestas en el Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006, que introducen cambios en los valores de las emisiones.

<sup>26</sup> <https://sslburuguay.mef.gub.uy/22471/21/areas/verificacion-externa.html>

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

**TABLA 4.67** IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) del inventario incluido en el INGEI 2020 y el actual inventario 2022.

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/ Fuente/ Combustible/ Reservorio	GEI	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2 - IPPU	1990	2.A. - Industria mineral	2.A. - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	188,7	189,1	Se afinan datos DA para dos plantas
2 - IPPU	1994	2.A. - Industria mineral	2.A.1. - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	232,3	232,8	Se afinan datos DA para tres plantas
2 - IPPU	1998	2.A. - Industria mineral	2.A.1. - Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	457,0	457,2	Se afinan datos DA para dos plantas
2 - IPPU	2014	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	116,307	116,313	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2016	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	128,6	143,5	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2017	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	150,5	162,2	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2018	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	186,1	198,7	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2019	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	212,5	223,0	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2020	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.a. - Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario	HFC	252,0	261,0	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2016	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil	HFC	33,9	31,0	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

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

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/ Fuente/ Combustible/ Reservorio	GEI	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2 - IPPU	2017	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil	HFC	33,0	29,7	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2018	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil	HFC	31,9	31,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2019	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil	HFC	32,7	32,1	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2020	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.1.b. - Aire Acondicionado Móvil	HFC	34,7	34,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2000	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	0,2	0,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2002	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	0,3	0,7	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2004	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	0,4	0,7	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2006	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	0,5	0,8	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

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

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/ Fuente/ Combustible/ Reservorio	GEI	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2 - IPPU	2012	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	7,9	8,2	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2014	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	12,5	12,9	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2016	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	16,0	16,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2017	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	15,4	16,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2018	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	14,8	16,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2019	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	14,4	16,4	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2020	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.3. - Productos contra incendios	HFC	18,5	22,2	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
2 - IPPU	2020	2.F. - Uso de productos sustitutos de los SAO	2.F.4. - Aerosoles	HFC	30,8	25,5	Migración a nueva versión del Software del IPCC de 2006, introduce cambios en la estimación para los mismos datos de actividad en base al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

Fuente: elaboración propia

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

### 4.14 Plan de mejoramiento del sector

TABLA 4.68 IPPU: comparación entre emisiones.

Categoría	Oportunidad de mejora
<b>2.A.1. - Producción de Cemento</b>	Obtener datos por materia prima para cada planta para estimación con Nivel 3 (largo plazo).
<b>2.A.4.b. - Otros usos en procesos de carbonatos</b>	Identificación de todos los usos para realizar la asignación correspondiente (mediano plazo).
<b>2.D.1. - Uso de Lubricantes</b>	Desagregación en aceites y grasas (corto plazo).
<b>2.F. - Uso de Productos Sustitutos de Sustancia que Agotan la Capa de Ozono</b>	Revisión y mejora de parámetros y FE, desagregación de datos por subaplicación (mediano plazo) para estimación con nivel 2.
<b>General</b>	Mejora de la evaluación de incertidumbre (verificar los valores por propuestos por defecto) (largo plazo).
<b>General</b>	Revisión y mejora de Factores de Emisión y Datos de Actividad en la serie temporal (corto y mediano plazo).
<b>General</b>	Completar serie temporal para categorías que manejan datos de importaciones desde 2000. Evaluar técnicas de empalme (corto plazo).

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 5

# Sector Agricultura (CRT 3)



## CAPÍTULO 5

# Sector Agricultura (CRT 3)



El capítulo presenta las emisiones de GEI del sector Agricultura para la serie temporal 1990-2022, 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

En este sector se consideran las emisiones de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) originadas en las actividades y prácticas agropecuarias. Las emisiones del sector Agricultura contribuyen de manera importante a los totales nacionales de emisiones de metano y óxido nítrico, mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono son de baja significación.

Las emisiones de metano del sector Agricultura para el año 2022 fueron 707 kt de  $\text{CH}_4$ , 27,9 kt de  $\text{N}_2\text{O}$  y 174 kt de  $\text{CO}_2$ .

Las emisiones de  $\text{CH}_4$  provinieron fundamentalmente de la Fermentación entérica del ganado vacuno no lechero (85,6%) y el restante 14,4% correspondió a la Fermentación entérica del ganado lechero, ovino y de otros animales rumiantes y no rumiantes, el Manejo del estiércol, el Cultivo de arroz, la Quema prescrita de sabanas y la Quema de restos agrícolas.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Por su parte, las emisiones de N<sub>2</sub>O correspondieron, en su mayoría, a emisiones de N<sub>2</sub>O por deposición de orina y heces en áreas de pastoreo (78,5% de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector), seguidas por las emisiones de N<sub>2</sub>O asociadas a la aplicación de fertilizantes, descomposición de residuos de cultivos y mineralización del nitrógeno en asociación a los cambios en el carbono del suelo por cambios en el uso de la tierra. Las emisiones indirectas de óxido nitroso procedentes de suelos gestionados por deposición atmosférica, lixiviación y escorrentía representaron el 19,3% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O del sector Agricultura.

A nivel general, en 2022 las emisiones de GEI del sector Agricultura fueron 174 kt CO<sub>2</sub>, 707 kt de CH<sub>4</sub>, 27,9 kt de N<sub>2</sub>O, 0,3 kt de NO<sub>x</sub> y 6,8 kt de CO (Tabla 5.1).

**TABLA 5.1** Sector Agricultura: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

	Emisiones (kt)					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub> DM
<b>Agricultura</b>	<b>174</b>	<b>707</b>	<b>27,9</b>	<b>0,3</b>	<b>6,8</b>	<b>NE</b>
3.A. Fermentación Entérica		677				
3.A.1. Ganado vacuno		639				
3.A.1.a. Ganado vacuno lechero		33,4				
3.A.1.b. Otro ganado vacuno		605				
3.A.2. Ovinos		31,0				
3.A.3. Suínos		0,2				
3.A.4. Otro ganado		7,5				
3.A.4.a. Búfalos		NO				
3.A.4.b. Camellos		NO				
3.A.4.c. Ciervos		NO				
3.A.4.d. Caprinos		4,6E-02				
3.A.4.e. Equinos		7,4				
3.A.4.f. Mulas y asnos		1,0E-02				
3.A.4.g. Aves de corral						
3.A.4.h. Otros		NO				
3.B. Manejo del estiércol		14	1,5E-01			NE
3.B.1. Ganado vacuno		12	1,2E-02			NE
3.B.1.a. Ganado vacuno lechero		0,6	1,2E-02			NE
3.B.1.b. Otro ganado vacuno		12	NE			NE
3.B.2. Ovinos		0,9	NO			NE
3.B.3. Suínos		0,2	4,9E-02			NE
3.B.4. Otro ganado		0,8	4,0E-03			NE
3.B.4.a. Búfalos		NO	NO			NO
3.B.4.b. Camellos		NO	NO			NO
3.B.4.c. Ciervos		NO	NO			NO
3.B.4.d. Caprinos		1,6E-03	NO			NE
3.B.4.e. Equinos		0,7	NO			NE
3.B.4.f. Mulas y Asnos		9,0E-04	NO			NE



## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

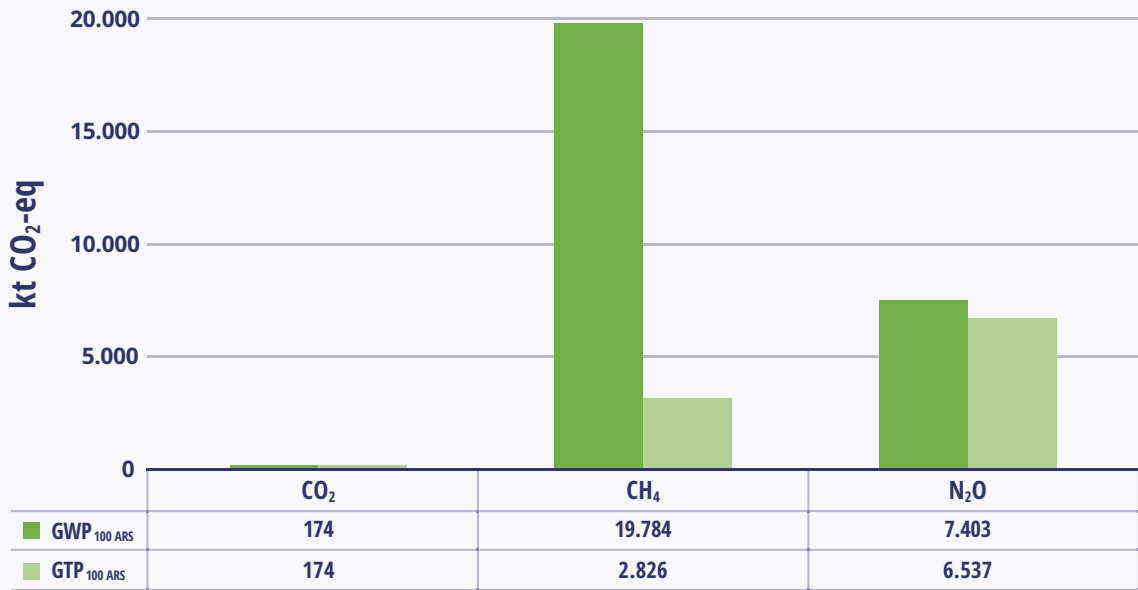
Agricultura	Emisiones (kt)					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
3.B.4.g. Aves de corral		0,2	4,0E-03			NE
3.B.4.h. Otros		NO	NO			NO
3.B.5. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O			8,2E-02			
3.C. Arroz		14,8				
3.C.1. Irrigado		14,8				
3.C.1.a. Continuamente inundado		14,8				
3.C.1.b. Intermitentemente inundado		NO				
3.C.1.b.i. Aireación única		NO				
3.C.1.b.ii. Múltiple aireación		NO				
3.C.2. Secano		NO				
3.C.2.a. Propenso a inundaciones		NO				
3.C.2.b. Propenso a sequías		NO				
3.C.3. Aguas profundas		NO				
3.C.3.a. Profundidad del agua 50–100 cm		NO				
3.C.3.b. Profundidad del agua >100 cm		NO				
3.C.4. Otros		NO				
3.D. Suelos agrícolas			27,9			
3.D.1. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O por suelos gestionados			22,4			
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos			2,6			
3.D.1.b. Fertilizantes N orgánicos			9,1E-02			
3.D.1.b.i. Estiércol animal aplicado en suelos			NO			
3.D.1.b.ii. Lodos aplicados en suelos			NO			
3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados en suelos			9,1E-02			
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo			17,6			
3.D.1.d. Restos de cultivos			1,2			
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo			0,9			
3.D.1.f. Cultivos de suelos orgánicos (Histosoles)			NO			
3.D.1.g. Otros			NO			
3.D.2. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O procedentes de suelos gestionados			5,4			
3.D.2.a. Deposition atmosférica			2,2			
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento de Nitrógeno			3,2			
3.E. Quema prescrita de sabanas		0,1	1E-02	0,2	3,1	NE
3.E.1. Tierras Forestales		NE	NE	NE	NE	NE
3.E.2. Tierras Pastizales		0,1	9,9E-03	0,2	3,1	NE
3.F. Quema de restos agrícolas		0,1	2,8E-03	0,1	3,7	NE
3.F.1. Cereales		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.1.a. Trigo		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.1.b. Cebada		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.1.c. Maíz		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.1.d. Otros		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.2. Legumbres		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.2.a. Otros		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.3. Tubérculos y raíces		NO	NO	NO	NO	NO

CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

	Emisiones (kt)					
Agricultura	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
3.F.3.a. Otros		NO	NO	NO	NO	NO
3.F.4. Caña de Azúcar		0,1	2,8E-03	0,1	3,7	NE
3.F.5. Otros		NO	NO	NO	NO	NO
3.G. Encalado	NE					
3.G.1. Caliza - CaCO <sub>3</sub>	NE					
3.G.2. Dolomita CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NE					
3.H. Aplicación de urea	174					
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO					
3.J. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NE: No estimado; NO: No Ocurre  
Fuente: elaboración propia.

FIGURA 5.1 Total de GEI por gas (kt CO<sub>2</sub>-eq) en GWP<sub>100 AR5</sub> y GTP<sub>100 AR5</sub>, para el año 2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.2. Tendencia de los GEI del sector

En la Tabla 5.2 se presenta la evolución de las emisiones del sector Agricultura por categoría para la serie 1990-2022 expresado en kt CO<sub>2</sub>-eq bajo métrica GWP<sub>100 AR5</sub>.

**TABLA 5.2** Total de GEI por categoría (kt CO<sub>2</sub>-eq) expresado en métrica GWP<sub>100 AR5</sub>, serie 1990-2022.

Categoría	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
3.A. Fermentación Entérica	17573	19330	18781	18181	18679	19812	20009	19551	19166	18706	19313	19725	19664	19215	18818	18936	19278	18962
3.B. Manejo del estiércol	453	489	478	457	454	471	478	468	452	443	455	460	457	452	443	443	450	441
3.C. Arroz	408	513	564	609	500	563	518	475	441	494	455	439	448	442	395	382	379	414
3.D. Suelos agrícolas	6223	6707	6776	6440	6384	7147	7333	7361	7287	8426	7961	7450	7421	7332	6708	7479	8289	7360
3.E. Quema prescrita de sabanas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3.F. Quema de restos agrícolas	6	4	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	44	51	66	62	49	84	88	98	172	173	146	181	168	218	91	234	261	174.19
<b>Total</b>	<b>24714</b>	<b>27100</b>	<b>26671</b>	<b>25757</b>	<b>26074</b>	<b>28084</b>	<b>28434</b>	<b>27961</b>	<b>27526</b>	<b>28252</b>	<b>28340</b>	<b>28265</b>	<b>28167</b>	<b>27668</b>	<b>26463</b>	<b>27484</b>	<b>28668</b>	<b>27361</b>

NE: No estimado

Fuente: elaboración propia

En el sector Agricultura, el principal gas emitido es el CH<sub>4</sub>, proveniente de la actividad ganadera (fermentación entérica y el manejo de estiércol). Si bien las emisiones de metano mostraron una tendencia levemente creciente a lo largo de la serie temporal, las variaciones se explican por las oscilaciones en las existencias ganaderas. Dichas variaciones incluyen un rodeo vacuno que registró una tendencia creciente en su evolución entre 1990 y 2004, año a partir del cual la cantidad de animales se mantuvo básicamente estable. Cabe mencionar que la estabilidad en el rodeo ganadero vacuno se dio junto a cambios significativos en las características y la composición de dicho rodeo. Los aumentos en la producción de carne observados en el período 1990-2022 y la estabilización de las emisiones de metano de la ganadería vacuna, principalmente en los últimos años, permiten inferir que ha existido un aumento de la productividad atribuible, entre otras cosas, a una importante mejora en la eficiencia productiva y reproductiva de la ganadería de Uruguay, lo que redundará en una reducción significativa de la intensidad de emisiones de la ganadería vacuna de nuestro país.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

En el caso del óxido nitroso se observó una tendencia con algunas oscilaciones para el período 1990- 2018, que obedecieron a cambios en el stock de ganado, sumado a un rápido aumento en todo el período 2000-2012 en la aplicación de fertilizantes nitrogenados en suelos agrícolas, tendencia que probablemente fue generada por un crecimiento en el área de agricultura y pasturas implantadas en el país. Particularmente para el año 2022, se visualiza una reducción de las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, a niveles de actividad similares al año 2020, manteniéndose la proporción de los años anteriores entre ambas categorías.

En la **Tabla 5.3** se presentan los resultados de emisiones de GEI por categoría expresados en GTP<sub>100 AR5</sub> y la **Figura 5.2** presenta la comparativa entre las métricas de GWP<sub>100 AR5</sub> y GTP<sub>100 AR5</sub> para el sector Agricultura.

**TABLA 5.3** Total de GEI por categoría (kt CO<sub>2</sub>-eq) expresado en métrica GTP<sub>100 AR5</sub>, serie 1990-2022.

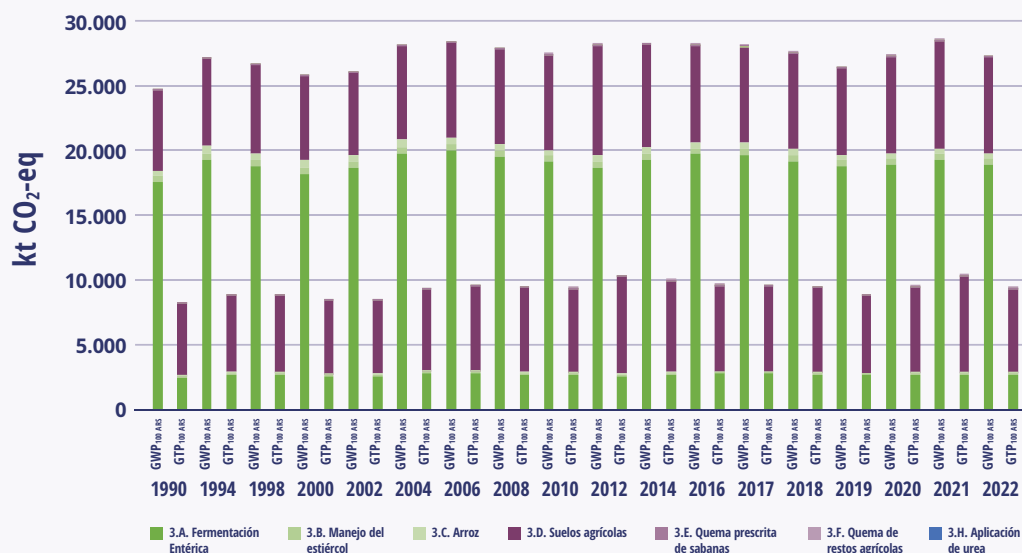
Categoría	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>3.A. Fermentación Entérica</b>	2510	2761	2683	2597	2668	2830	2858	2793	2738	2672	2759	2818	2809	2745	2688	2705	2754	2709
<b>3.B. Manejo del estiércol</b>	101	109	112	106	101	101	103	100	94	94	97	96	94	97	94	93	95	92
<b>3.C. Arroz</b>	58	73	81	87	71	80	74	68	63	71	65	63	64	63	56	55	54	59
<b>3.D. Suelos agrícolas</b>	5495	5923	5983	5687	5637	6311	6475	6500	6435	7440	7030	6579	6552	6474	5923	6604	7320	6499
<b>3.E. Quema prescrita de sabanas</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>3.F. Quema de restos agrícolas</b>	2	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>3.G. Encalado</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>3.H. Aplicación de urea</b>	44	51	66	62	49	84	88	98	172	173	146	181	168	218	91	234	261	174.19
<b>Total</b>	<b>8214</b>	<b>8921</b>	<b>8927</b>	<b>8542</b>	<b>8531</b>	<b>9409</b>	<b>9602</b>	<b>9562</b>	<b>9505</b>	<b>10455</b>	<b>10100</b>	<b>9740</b>	<b>9691</b>	<b>9601</b>	<b>8857</b>	<b>9695</b>	<b>10488</b>	<b>9537</b>

NE: No estimado

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

FIGURA 5.2 Total de GEI por gas (kt CO<sub>2</sub>-eq) expresado en métrica GWP<sub>100 AR5</sub> y GTP<sub>100 AR5</sub>, serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

En la Tabla 5.4 y 5.5 se presentan las emisiones por GEI expresadas en kt CO<sub>2</sub>-eq bajo métrica GWP<sub>100AR5</sub> y GTP<sub>100AR5</sub> respectivamente. La comparativa de resultados puede observarse en la Figura 5.4 y Figura 5.5. En la Tabla 5.6 se presentan las emisiones por GEI.

TABLA 5.4 Emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) expresado en métrica GWP<sub>100AR5</sub>, serie 1990–2022.

GEI	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO <sub>2</sub>	44	51	66	62	49	84	88	98	172	173	146	181	168	218	91	234	261	174
CH <sub>4</sub>	18394	20286	19769	19197	19589	20805	20963	20454	20024	19607	20187	20590	20536	20072	19619	19727	20073	19784
N <sub>2</sub> O	6276	6763	6835	6498	6436	7195	7383	7408	7330	8470	8007	7494	7462	7379	6753	7523	8334	7403
<b>Total</b>	<b>24714</b>	<b>27100</b>	<b>26669</b>	<b>25757</b>	<b>26074</b>	<b>28084</b>	<b>28434</b>	<b>27960</b>	<b>27526</b>	<b>28251</b>	<b>28339</b>	<b>28264</b>	<b>28166</b>	<b>27668</b>	<b>26463</b>	<b>27484</b>	<b>28668</b>	<b>27361</b>

Fuente: elaboración propia

TABLA 5.5 Emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) expresado en métrica GTP<sub>100AR5</sub>, serie 1990–2022.

GEI	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO <sub>2</sub>	44	51	66	62	49	84	88	98	172	173	146	181	168	218	91	234	261	174
CH <sub>4</sub>	2628	2898	2824	2742	2798	2972	2995	2922	2861	2801	2884	2941	2934	2867	2803	2818	2868	2826
N <sub>2</sub> O	5542	5972	6035	5738	5683	6353	6519	6541	6472	7479	7070	6617	6589	6516	5963	6643	7359	6537
<b>Total</b>	<b>8213</b>	<b>8921</b>	<b>8925</b>	<b>8542</b>	<b>8531</b>	<b>9409</b>	<b>9602</b>	<b>9562</b>	<b>9504</b>	<b>10454</b>	<b>10099</b>	<b>9739</b>	<b>9691</b>	<b>9601</b>	<b>8857</b>	<b>9695</b>	<b>10488</b>	<b>9537</b>

Fuente: elaboración propia

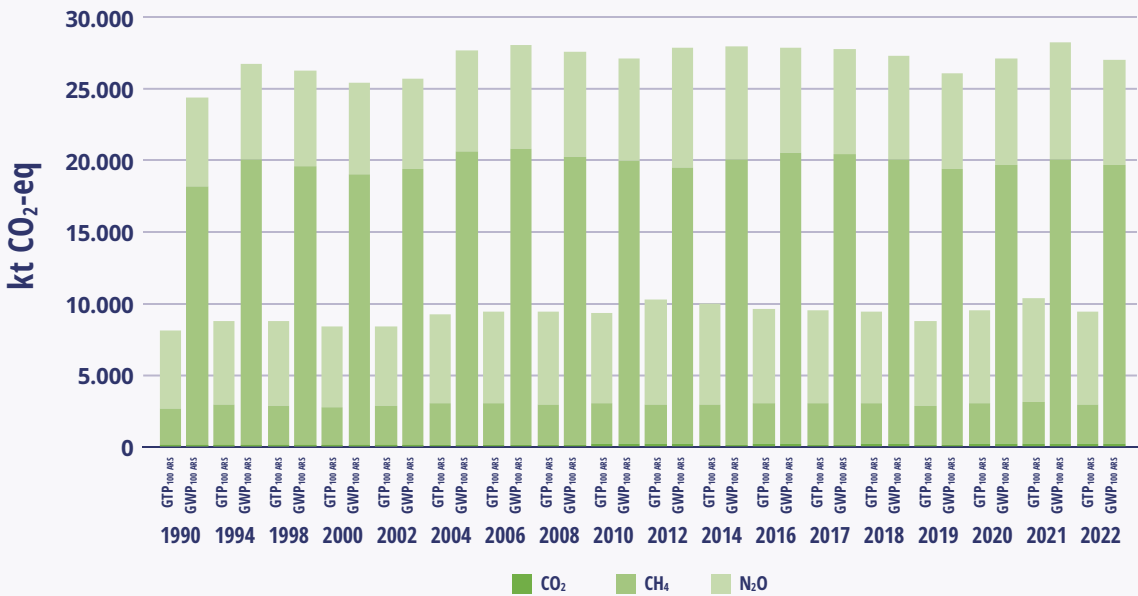
## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

**TABLA 5.6** Sector Agricultura: emisiones por GEI (kt de GEI), serie 1990-2022.

Año	kt GEI				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
1990	44.0	656.9	23.7	0.4	9.2
1994	51.3	724.5	25.5	0.3	7.0
1998	65.5	706.0	25.8	0.2	5.1
2000	62.0	685.6	24.5	0.2	4.8
2002	49.3	699.6	24.3	0.2	4.8
2004	83.7	743.0	27.2	0.2	4.8
2006	87.9	748.7	27.9	0.2	4.9
2008	98.3	730.5	28.0	0.3	6.2
2010	171.6	715.1	27.7	0.3	6.2
2012	173.5	700.3	32.0	0.3	7.4
2014	145.5	721.0	30.2	0.3	6.8
2016	180.6	735.3	28.3	0.3	6.9
2017	167.6	733.4	28.2	0.3	7.2
2018	217.9	716.8	27.8	0.3	6.4
2019	91.0	700.7	25.5	0.3	6.4
2020	234.1	704.5	28.4	0.3	6.6
2021	261.3	716.9	31.4	0.3	6.7
2022	174.2	706.6	27.9	0.3	6.8
Variación 1990-1994	17%	10%	8%	-17%	-24%
Variación 1994-1998	28%	-3%	1%	-18%	-27%
Variación 1998-2000	-5%	-3%	-5%	-4%	-7%
Variación 2000-2002	-21%	2%	-1%	1%	1%
Variación 2002-2004	70%	6%	12%	0%	0%
Variación 2004-2006	5%	1%	3%	1%	2%
Variación 2006-2008	12%	-2%	0%	15%	25%
Variación 2008-2010	75%	-2%	-1%	0%	0%
Variación 2010-2012	1%	-2%	16%	12%	19%
Variación 2012-2014	-16%	3%	-5%	-5%	-8%
Variación 2014-2016	24%	2%	-6%	1%	2%
Variación 2016-2017	-7%	0%	0%	3%	4%
Variación 2017-2018	30%	-2%	-1%	-7%	-11%
Variación 2018-2019	-58%	-2%	-8%	0%	0%
Variación 2019-2020	157%	1%	11%	2%	3%
Variación 2020-2021	12%	2%	11%	1%	2%
Variación 2021-2022	-33%	-1%	-11%	1%	2%
Variación 1990-2022	296%	8%	18%	-19%	-26%

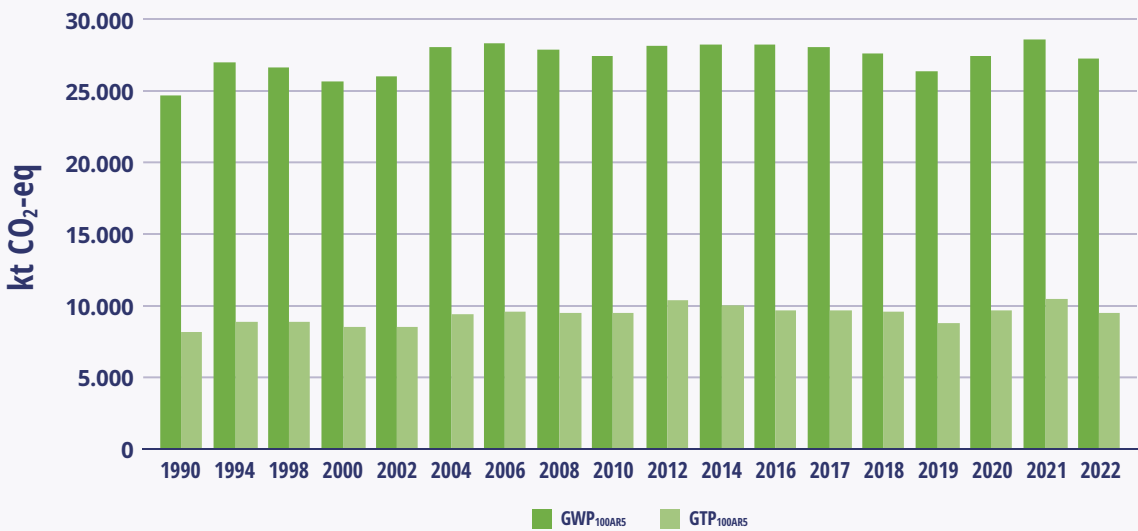
Fuente: elaboración propia

FIGURA 5.3 Total de GEI por gas (kt CO<sub>2</sub>-eq), GWP<sub>100 AR5</sub> y GTP<sub>100 AR5</sub>, serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

FIGURA 5.4 Emisiones totales (kt CO<sub>2</sub>-eq), GWP<sub>100 AR5</sub> y GTP<sub>100 AR5</sub>, serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.2.1. Aspectos metodológicos generales del sector

Debido a que las emisiones del sector Agricultura son las más relevantes del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Uruguay (INGEI), en cada nueva versión se realizan esfuerzos importantes para mejorar la calidad de la información utilizada para las estimaciones.

Durante los últimos años se han venido desarrollando actividades de mejora tales como la determinación de factores de emisión y parámetros específicos para el país, revisión y búsqueda de mejores fuentes de datos de actividad (en un trabajo conjunto con la Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)) y mejora de los procesos de control y aseguramiento de la calidad, tanto internos como externos.

Para la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en este sector, se siguieron las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés) de 2006, que consiste (de forma genérica) en aplicar coeficientes que cuantifican emisiones generadas por diversas actividades humanas (datos de actividad) utilizando diferentes parámetros o factores de emisión (FE).

$$Emisiones = DA \cdot FE$$

Como ya fuera mencionado, los datos de actividad utilizados para las estimaciones del sector Agricultura fueron provistos principalmente por la DIEA del (MGAP), por el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) del MGAP y por otras dependencias ministeriales. Los factores de emisión empleados correspondieron tanto a valores por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006 para aquellas estimaciones realizadas usando nivel 1 y factores y parámetros país específicos para los casos donde se estimaron emisiones usando nivel 2.

En la tabla que se presenta a continuación se incluye el detalle de los métodos y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones de GEI de cada una de las categorías.



## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

TABLA 5.7 Categorías, métodos y factores de emisión.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
3.A.1.a.	Fermentación entérica – Ganado bovino lechero			T2	CS								
3.A.1.b.	Fermentación entérica – Ganado bovino no lechero			T2	CS								
3.A.2.	Fermentación entérica – Ovinos			T1	D								
3.A.4.e.	Fermentación entérica – Caballos			T1	D								
3.A.3.	Fermentación entérica – Suinos			T1	D								
3.B.1.a.	Manejo del estiércol – Ganado bovino lechero			T2	CS								
3.B.1.b.	Manejo del estiércol – Ganado bovino no lechero			T2	CS								
3.B.2.	Manejo del estiércol – Ovinos			T1	D								
3.B.4.e.	Manejo del estiércol – Caballos			T1	D								
3.B.3.	Manejo del estiércol – Suinos			T1	D	T1	D						
3.B.4.g.	Manejo del estiércol – Aves de corral (ponedoras y parrilleros)			T1	D	T1	D						
3.F.4.	Quema de restos agrícolas – Caña de azúcar			T1	D	T1	D						
3.E.2.	Quema prescrita de sabanas – Pastizales			T1	D	T1	D						
3.D.1.	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados					T1/T2*	D/CS						
3.D.2.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por suelos gestionados					T1/T2*	D/CS						
3.C.	Emisiones de CH <sub>4</sub> en cultivos de arroz			T1	D								

Referencias: T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; D = Por defecto; NO = No ocurre; CS= País específico; No corresponden

Aclaraciones: \*Los factores de emisión de las categorías 3.D.1 y 3.D.2. son Tier 1, ya que la ecuación para determinar el FPRP es Tier 1. Sin perjuicio de lo anterior, el parámetro Nex para bovinos lecheros y no lecheros que está incluido en la Ecuación 11.5 es país específico (Tier 2).

Fuente: elaboración propia

Los valores de los datos de actividad utilizados se presentan en las tablas CRT sectoriales. Las fuentes de los datos de actividad y factores de emisión se presentan en el ANEXO 5.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.3. Fermentación entérica (CRT 3.A)

#### 5.3.1. Emisiones GEI por Fermentación entérica para el año de estudio

En el año 2022 las emisiones de metano alcanzaron los 706,6 kt donde un 96% (677,2 kt) correspondieron a la Fermentación entérica (Figura 5.5). El ganado vacuno no lechero fue responsable del 89,4% de las emisiones de esta subcategoría (605,2 kt), evidenciando el importante impacto de la actividad ganadera en este sentido, dada la gran proporción de emisiones CH<sub>4</sub> de esta subcategoría en el total de emisiones CH<sub>4</sub> del país.

**FIGURA 5.5** a) Emisiones de metano del sector Agricultura y b) emisiones de metano por fermentación entérica, del año 2022.

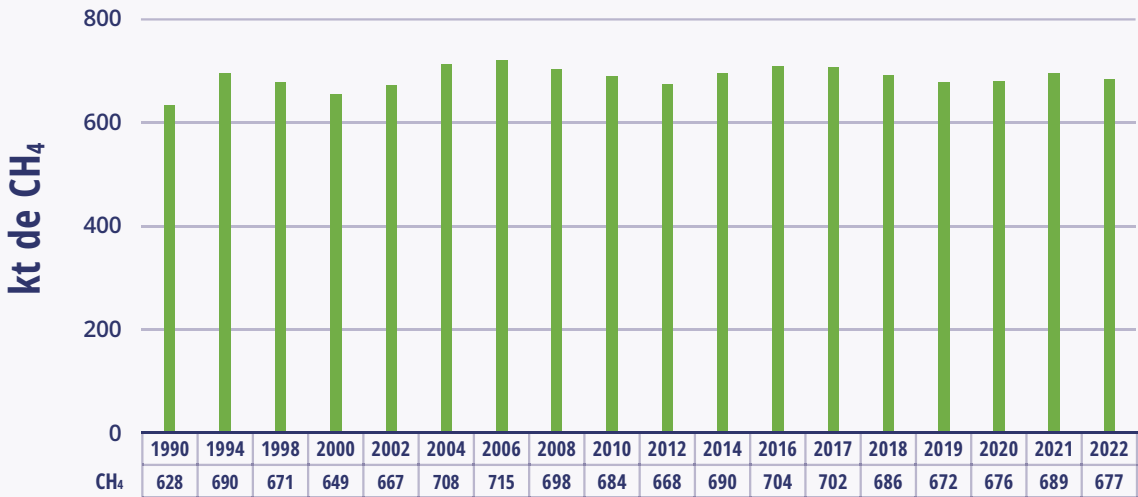


Fuente: elaboración propia

#### 5.3.2. Evolución de emisiones de GEI por Fermentación entérica

Las emisiones provenientes del ganado, como las de metano por fermentación entérica, respondieron principalmente a las variaciones en las poblaciones de animales. Si se realiza un análisis más fino se pueden encontrar efectos de la dieta, la relación entre las especies, la proporción de animales en cada objetivo de producción, edad, peso, ganancia de peso, entre otros. Sin embargo, a nivel nacional la evolución ha sido bastante constante y mostró ciclos plurianuales, los que se pueden atribuir a eventos de sequías, eventos sanitarios, o comerciales, amplificados, a su vez, por procesos poblacionales de reducción o recuperación del stock.

FIGURA 5.6 Emisiones de CH<sub>4</sub>, Fermentación entérica (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

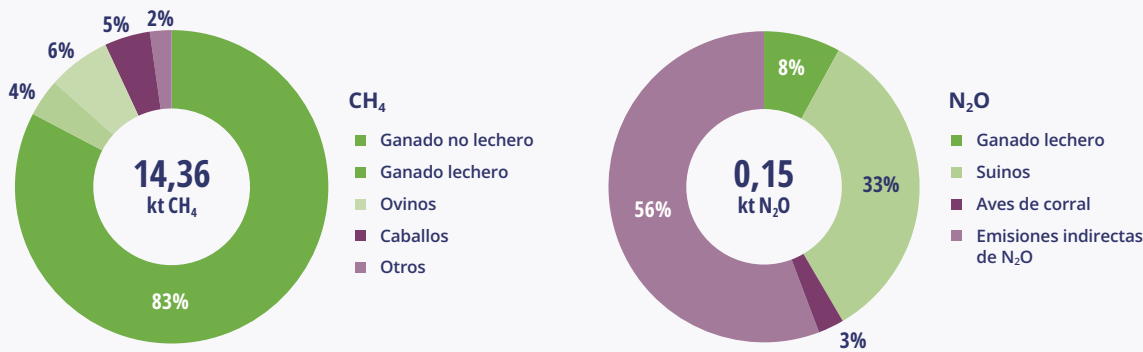
5.4. Manejo del estiércol (CRT 3.B)

5.4.1. Emisiones de GEI del Manejo del estiércol para el año de estudio

Las emisiones de metano por Manejo del estiércol representan una porción muy menor de las emisiones totales de metano del sector (2%). Del mismo modo, las emisiones de óxido nitroso directas provenientes de esta subcategoría representan una porción menor del total del N<sub>2</sub>O emitido en el sector (0,53%). El ganado vacuno no lechero resultó responsable de la mayor parte de las emisiones de metano por manejo del estiércol (83%), las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol representaron 56% de las emisiones de N<sub>2</sub>O del manejo del estiércol (categoría 3.B.), seguido de los tratamientos de efluentes de la producción de suinos representaron el 33% de las emisiones de óxido nitroso del manejo del estiércol, y luego los tratamientos de efluentes en tambos (8%).

CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

FIGURA 5.7 Sector Agricultura: Emisiones de a) metano y b) óxido nítrico por manejo del estiércol del sector Agricultura para el año 2022.

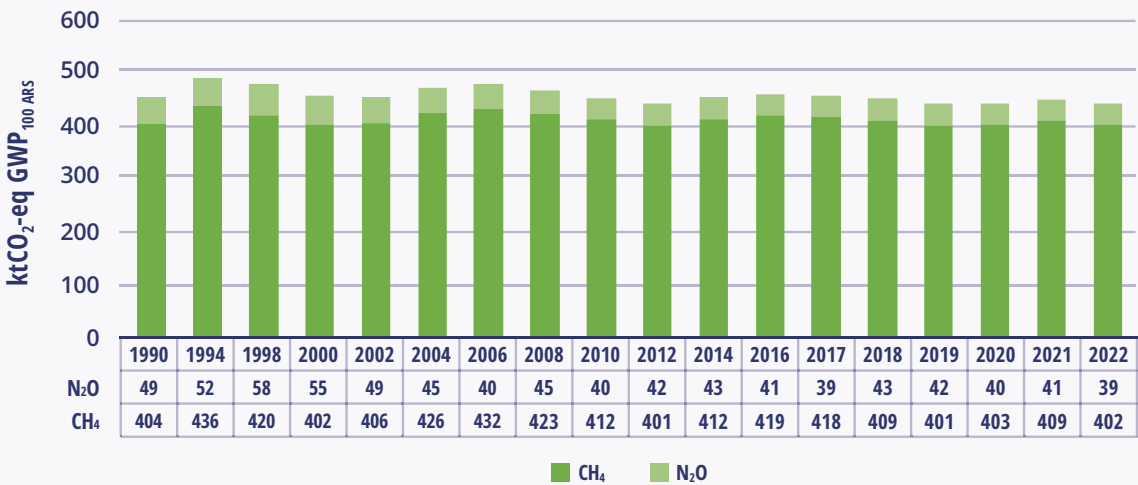


Fuente: elaboración propia

5.4.2. Evolución de emisiones de GEI por manejo del estiércol

La evolución de las emisiones de GEI por manejo del estiércol proveniente del ganado, al igual que en el caso de la fermentación entérica, responde principalmente a las variaciones en las poblaciones de animales. Como puede observarse en la siguiente figura, a nivel nacional la evolución ha sido bastante constante y mostró ciclos plurianuales, los que se pueden atribuir a eventos de sequías, eventos sanitarios, o comerciales, amplificados, a su vez, por procesos poblacionales de reducción o recuperación del stock.

FIGURA 5.8 Emisiones totales de GEI, manejo del estiércol, (kt de CO<sub>2</sub>-eq GWP<sub>100ARS</sub>) serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.5. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra

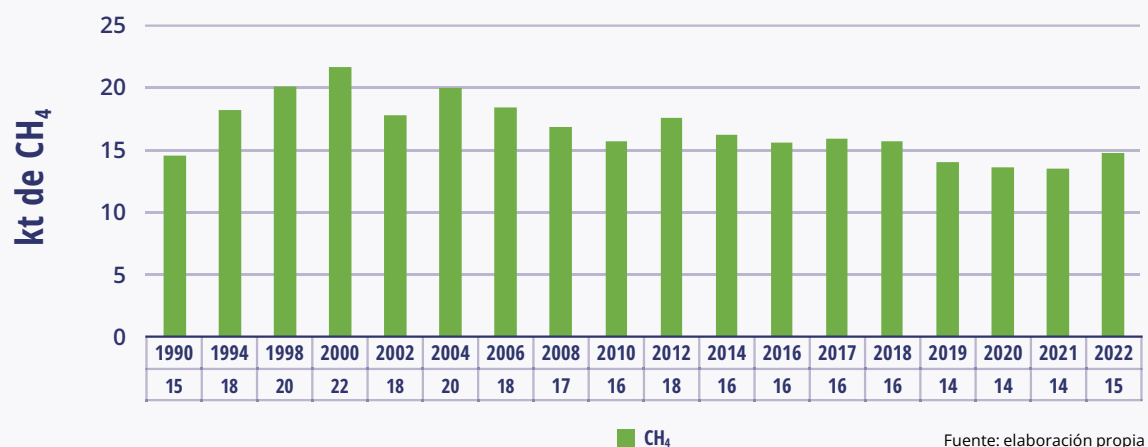
En esta categoría se incluyen las estimaciones de emisiones por quema de biomasa, aplicación de Urea (CO<sub>2</sub>), emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados y emisiones de CH<sub>4</sub> del cultivo de arroz. La subcategoría emisiones por encalado de suelos no son estimadas hasta el momento para Uruguay.

#### 5.5.1. Emisiones por cultivos de arroz (CRT 3.C)

Las emisiones correspondientes a esta subcategoría se estimaron en 14,8 kt de CH<sub>4</sub> en 2022, representando el 2% de las emisiones de este gas en el sector.

En la siguiente figura se pueden observar las oscilaciones en las emisiones de metano del cultivo de arroz. Estas pueden deberse fundamentalmente a dos causas: las variaciones en el área sembrada en los distintos años y un cambio técnico en el sector que ha determinado que el período de anegamiento del suelo durante el ciclo del cultivo disminuyera en los últimos 20 años.

FIGURA 5.9 Emisiones de CH<sub>4</sub>, cultivo de arroz, (kt), serie 1990-2022.



#### 5.5.2. Emisiones de suelos agrícolas (CRT 3.D)

##### 5.5.2.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O por suelos gestionados en el año de estudio (3.D.1.)

El componente principal dentro de esta subcategoría lo constituyen las emisiones de óxido nítrico provenientes de la deposición de heces y orina del ganado vacuno sobre el suelo, siendo la fuente mayoritaria de emisiones de N<sub>2</sub>O a nivel nacional.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Como ya se mencionó en la sección metodológica correspondiente, la tasa anual de excreción de N para ganado bovino no lechero es ajustada en cada año de inventario en base a la dieta y proporción de categorías en cada zona agroecológica, y se presentan a continuación:

**TABLA 5.8** Sector Agricultura: Excreción de N por zona agroecológica.

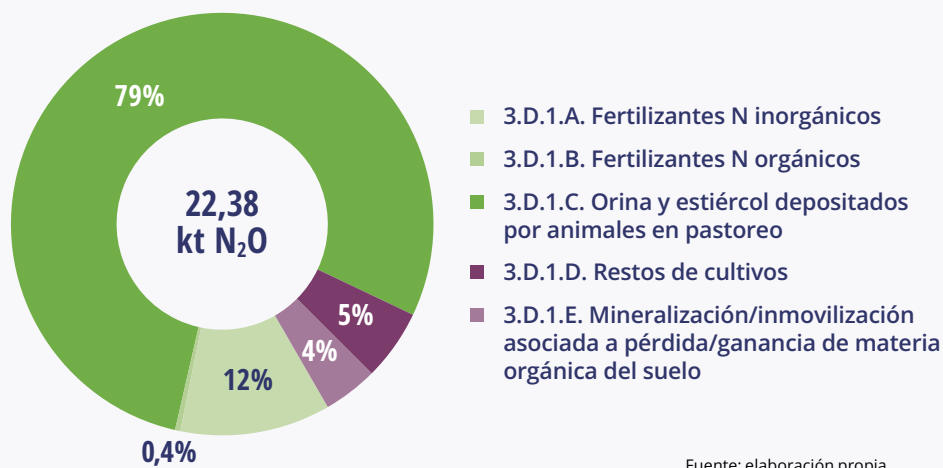
Zona	Nombre zona	Excreción de N (Kg N/ha/año)	Fracción de la población (%)
1	Basalto	40.7	24.7
2	Sierras del E	42.6	9.8
3	Llanuras del E	42.7	4.5
4	Cristalino y lomas del E	44.1	25.6
5	Areniscas y NE	41.8	17.9
6	Litoral W	43.8	10.8
7	Sur lechero	46.3	6.8
Media ponderada		42.7	

Fuente: elaboración propia

Esta subcategoría representa el 80% de las emisiones totales de óxido nitroso del sector Agricultura y se dividen en 2,6 kt de N<sub>2</sub>O por aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos; 1,21 kt de N<sub>2</sub>O por descomposición de residuos de cultivos, 0,9 kt de N<sub>2</sub>O asociado a cambios de stock de C en el suelo debido a cambios de uso de la tierra y 17,6 kt de N<sub>2</sub>O por deposición de orina y heces en áreas de pastoreo. Como se mencionó anteriormente esta fuente constituye el mayor componente de emisiones de este gas: alcanza el 63% de las emisiones de N<sub>2</sub>O de todo el sector y, como se ve en la **Figura 5.10**, el 79% corresponden a las emisiones de la categoría 3.D.1.c., seguidas de las emisiones asociadas a la aplicación de fuentes orgánicas e inorgánicas de N en suelos gestionados (3.D.1.a.), que representan el 12%.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

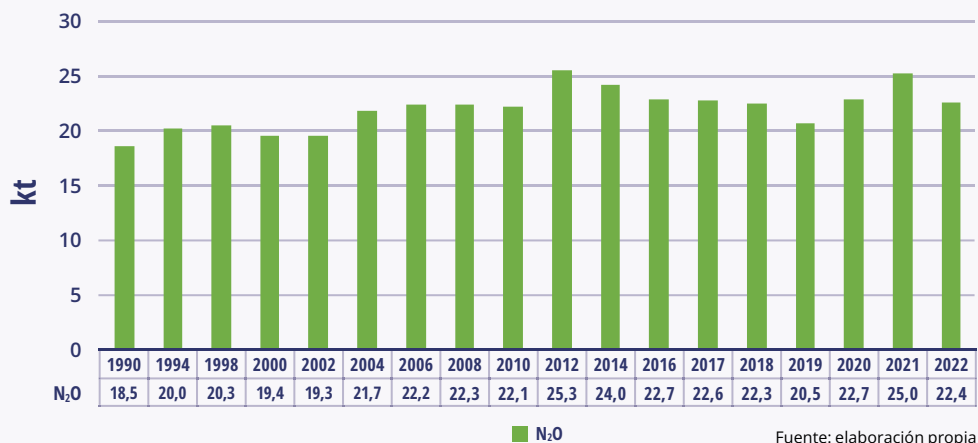
FIGURA 5.10 Sector Agricultura: Emisiones directas de óxido nitroso en suelos gestionados para el año 2022.



### 5.5.2.2. Evolución de las emisiones directas de $N_2O$ de suelos gestionados (CRT 3.D.1)

En el caso del óxido nitroso se observó una tendencia con algunas oscilaciones para el período 1990-2022, que obedecieron a cambios en el stock de ganado, sumado a un rápido aumento en todo el período 2000-2012 en la aplicación de fertilizantes nitrogenados en suelos agrícolas, tendencia que probablemente fue generada por un crecimiento en el área de agricultura y pasturas implantadas en el país. El dato de importación de fertilizantes nitrogenados presenta una gran variabilidad año tras año, debido a la influencia de las fluctuaciones en la actividad agrícola, así como factores exógenos a nuestro país, los que fueron determinantes en los dos últimos años del período (Figura 5.11).

FIGURA 5.11 Emisiones de  $N_2O$ , emisiones directas de óxido nitroso en suelos gestionados (kt), serie 1990-2022.

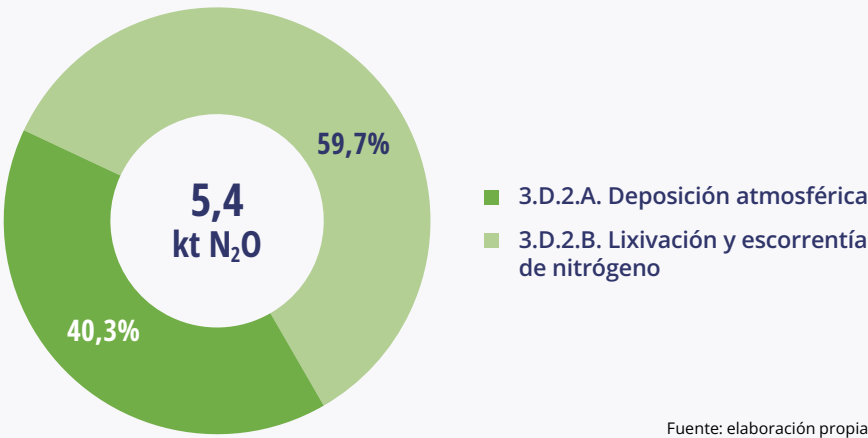


CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

5.5.2.3. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes de suelos gestionados en el año de estudio (CRT 3.D.2.)

Las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por suelos gestionados representan el 19,3% (5,4 kt de N<sub>2</sub>O) de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector Agricultura. Las pérdidas por lixiviación son las de mayor magnitud (59,7%) seguidas de las pérdidas por volatilización (40,3%).

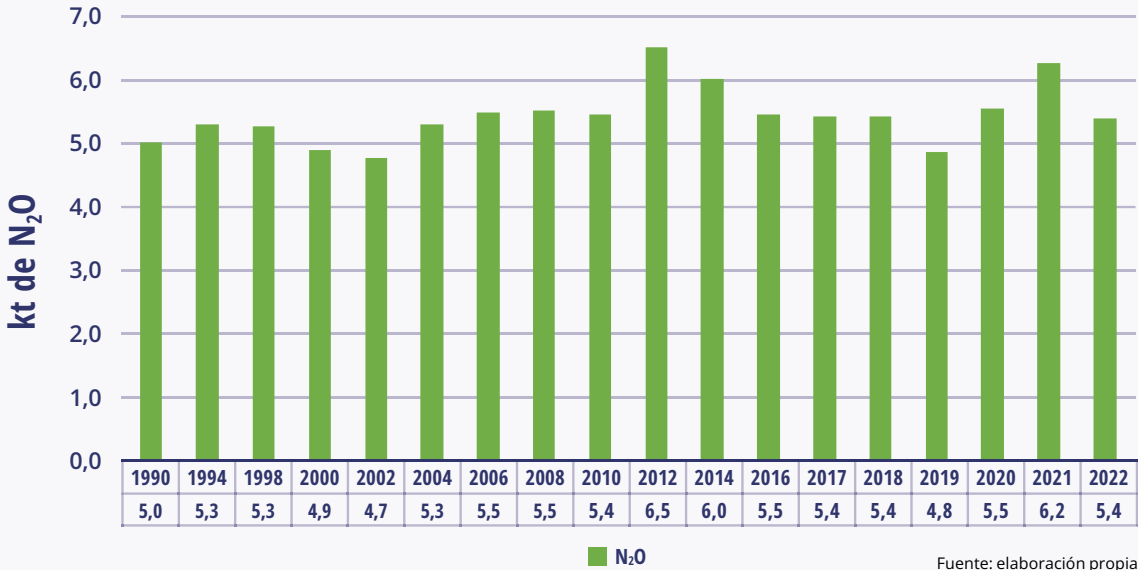
FIGURA 5.12 Sector Agricultura: Emisiones indirectas de óxido nitroso en suelos gestionados para el año 2022.



Fuente: elaboración propia

5.5.2.4. Evolución de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados ( CRT 3.D.2)

FIGURA 5.13 Emisiones de N<sub>2</sub>O, emisiones indirectas de óxido nitroso en suelos gestionados (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

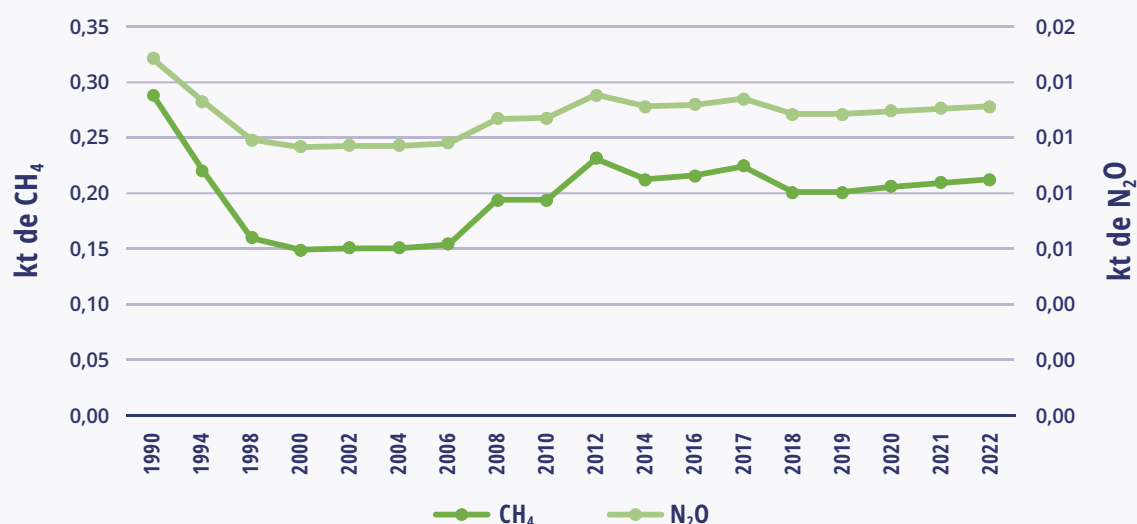


## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.5.3. Emisiones por Quema prescrita de Sabanas (CRT 3.E.) y por Quema de restos agrícolas (CRT 3.F.) para el año de estudio y su evolución temporal.

Las emisiones por quema de biomasa en el 2022 fueron de 218 toneladas de  $\text{CH}_4$ , 13 toneladas de  $\text{N}_2\text{O}$ , 286 toneladas de  $\text{NO}_x$  y 6.791 toneladas de  $\text{CO}$ . Como se menciona en la sección metodológica correspondiente a esta subcategoría, en este inventario se estiman emisiones por quema de biomasa de cultivos (caña de azúcar) y de pajonales en campo natural. Mientras las emisiones por quema de la biomasa del cultivo de caña de azúcar aportan relativamente más  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}$  (50 y 55% de las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}$  por quema de la biomasa respectivamente), las emisiones relacionadas a la quema de pajonales o arbustales son las que aportan mayor cantidad relativa de  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{NO}_x$  (78% y 65% del total de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{NO}_x$  por quema de biomasa respectivamente).

FIGURA 5.14 Emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ , quema de biomasa (categorías 3.E.2. y 3.F.4.), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

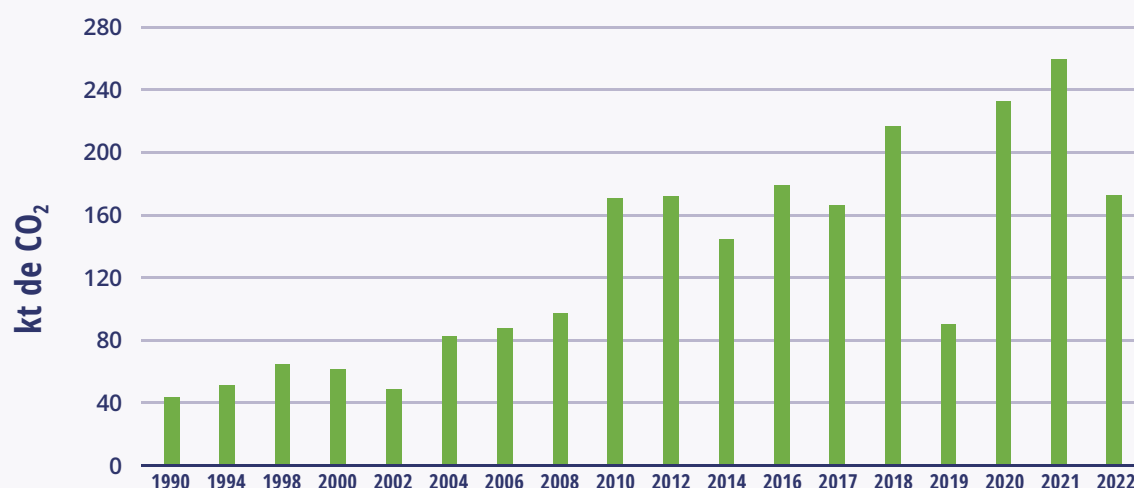
### 5.5.4. Emisiones por Aplicación de urea en el año de estudio y su evolución temporal (CRT 3.H).

Las emisiones de  $\text{CO}_2$  por Aplicación de urea para el año 2022 fueron de 174,2 kt, constatando un abrupto descenso comparado con el año 2021. Las variaciones en las emisiones de  $\text{CO}_2$  por uso de urea están directamente relacionadas con las variaciones de los datos de actividad, dado que el factor de emisión no cambia en toda la serie. A falta de datos nacionales de aplicación anual de urea, se utilizan los datos de importación de fertilizantes como dato de actividad para estimar las emisiones de esta subcategoría bajo el supuesto de que todo el fertilizante importado en un

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

año de inventario es utilizado en los sistemas productivos. Se considera que el dato de actividad es un buen proxy para observar la tendencia a lo largo de los años en la intensificación de los sistemas de producción en términos de uso de insumos y el impacto sobre las emisiones asociadas a su uso.

**FIGURA 5.15** Emisiones de CO<sub>2</sub> (kt) Aplicación de urea, serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

### 5.6. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

#### 5.6.1. Emisiones por Fermentación Entérica y Manejo del Estiércol del ganado (categorías 3.A y 3.B)

Dado que se trata de categorías principales del INGEI, la estimación de las emisiones se realizó utilizando la metodología Tier 2 de las Directrices del IPCC de 2006, lo que implicó el desarrollo de parámetros y factores de emisión país específico. En tal sentido, para la población de ganado vacuno lechero y no lechero se estimaron factores de emisión de metano producido por fermentación entérica. La construcción de dichos factores y parámetros país específicos se basó en información disponible a nivel nacional, bibliografía de estudios nacionales e internacionales y juicio experto, en un proceso liderado por Irisarri (2008)<sup>27</sup> y que se actualizó anualmente con la información que surge de las declaraciones juradas de cada año.

<sup>27</sup> Irisarri, P. (2008). Factores de emisión para metano por fermentación entérica y de óxido nitroso desde los suelos agropecuarios, utilizables en métodos de nivel 2 del IPCC. Informe técnico. Montevideo.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Entre los principales factores que influyen en las emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica se encuentran: la cantidad y tipo (calidad nutricional) de alimento consumido por rumiantes, la edad de los animales y su productividad, entre otras. En función de esto, la estrategia para el desarrollo de dichos factores consistió en dividir el país en zonas agroecológicas con diferentes características, agrupar el ganado bovino en estratos de edad y definir para cada categoría una dieta particular a partir de la cual se calculan los factores de emisión por categoría y región.

### 5.6.1.1. Datos de Actividad

Las existencias de las diferentes categorías de ganado (dato de actividad), son suministradas por el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) del MGAP y se originan a partir de las declaraciones juradas anuales de existencias que los tenedores de ganado están obligados a presentar ante la Dirección General de Servicios Ganaderos (DICOSE) para cada ejercicio. La declaración jurada contiene datos de cantidad de cabezas vacunas, ovinas, equinas, suinos y caprinos al 30 de junio de cada año, según categorías de edad y funciones productivas. Asimismo, contiene información sobre la estructura del uso del suelo según tipo de cobertura vegetal.

#### 5.6.1.1.1. Regionalización agroecológica y caracterización de la población animal

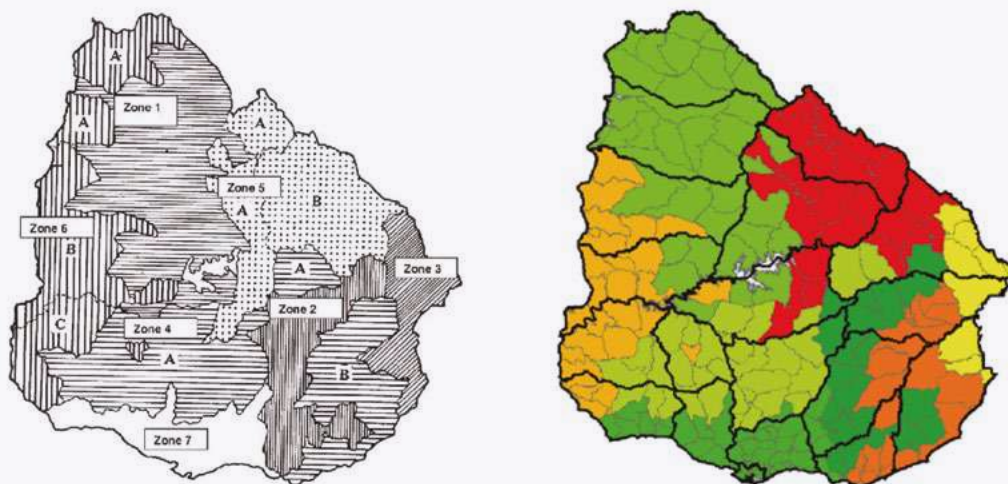
Los requerimientos y la disponibilidad de forraje anual, así como la dieta, digestibilidad y el contenido de nitrógeno por categoría de animales y zona agroecológica fueron estimados en base a datos de población de vacunos de carne y usos del suelo provenientes de la declaración jurada de DICOSE-SNIG.

El territorio nacional fue caracterizado en siete zonas agroecológicas basados en trabajos de Pittaluga y Ferreira (2002) y Berretta (2003). Cada una de estas zonas presenta características particulares asociadas a los suelos, pasturas y sistemas de producción dominante. Esta regionalización fue a su vez solapada con los límites de las seccionales policiales<sup>28</sup> (Figura, mapas) para facilitar el análisis de la información disponible.

---

<sup>28</sup> Secciones policiales se corresponden a una división administrativa cuyo tamaño promedio es de 7.000 has. Esta división es la base espacial de información estadística referida a uso de suelo, existencias de animales, etc.

**FIGURA 5.16** División de Uruguay en base a la caracterización de los sistemas de producción de las diferentes zonas del país basada en el tipo de suelo y localización geográfica (tomado de Berretta, 2003) utilizada para el inventario 2006 (izquierda). Regionalización de Uruguay en base a límites de Secciones Policiales utilizada a partir del inventario (derecha).



Dentro de cada zona policial es definida anualmente la población de vacunos de carne y vacas en ordeño. La población de ganado bovino fue agrupada en nueve categorías: toros, vacas de cría, vacas de internada, novillos de más de 3 años, novillos de 2 a 3 años, novillos de 1 a 2 años, vaquillonas de más de 2 años, vaquillonas de 1 a 2 años y terneros y terneras. El ganado lechero se constituye únicamente por una categoría de vacas en ordeño, según establecen las Directrices del IPCC 2006.

### 5.6.1.2. Factores de emisión

Se considera el uso del suelo por sección policial a partir de los datos proporcionados por la declaración jurada de DICOSE. Los usos de suelo con fin forrajero fueron definidos en dicha declaración como “campo natural y rastrojos”, “praderas artificiales permanentes”, “campo mejorado”, “campo fertilizado” y “cultivos forrajeros anuales”. Para cada uno de estos recursos forrajeros se estimó, con base en los índices de productividad presentes en la bibliografía nacional, la producción de materia seca (MS) y la calidad nutricional en términos de digestibilidad y proteína cruda (Pigurina y Methol, 2004; Mieres et al. 2004) por zona agroecológica. Posteriormente se definió que las categorías de cría (100% de las vacas de cría, 100% de los toros, 65% de las vaquillonas de más de 2 años y de 1 a 2 años, 70% de los terneros y terneras) pastorean únicamente sobre campo natural. Esto fue definido a partir de investigación nacional, estadísticas de producción y juicio experto. Por otra parte, fue asumido que las categorías de recría e internada (100% novillos, 100% de las vacas de internada y

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

35% de las vaquillonas de 1 a 2 años y de más de 2 años) pastorean en el resto de la base forrajera, además de en campo natural.

Por otra parte, las diferentes categorías fueron convertidas a Unidad Ganadera (UG) representando los requerimientos energéticos de una vaca de 380 kg de Peso Vivo en mantenimiento (Crempien, 1982), lo que equivale a un consumo anual de 2.778 kg de materia seca (Berretta, 2007). Se consideró también que una UG equivale a una cabeza de las siguientes categorías: vacas de cría, vacas de internada, novillos de más de 3 años, novillos de 2 a 3 años y que un toro equivale a 1,2 UG, 0,7 UG para vaquillonas y novillos de 1 a 2 años y 0,4 UG para terneros. Con estos criterios fue expresada la población animal en unidades ganaderas (UG) para cada zona agroecológica y fue calculada la demanda de materia seca y la calidad de la dieta por categoría, según la base forrajera por zona agroecológica.

Para la determinación de los pesos corporales y sus variaciones anuales por categoría, fueron adoptados los siguientes criterios: para el caso de vacas de cría y toros se estableció un mismo peso estable durante todo el año y sin diferenciación entre zonas agroecológicas. Para el caso de las categorías de recría y engorde, para estimar las ganancias de peso, se consideró el promedio de datos históricos de pesaje de ganado de remates por pantalla de los años 2005, 2006 y 2007. Los pesos máximos para las categorías de novillos de 1 a 2 años y de 2 a 3 años, vaquillonas de 1 a 2 años y vaquillonas de más de 2 se calcularon como el promedio entre el peso promedio de la categoría y el peso mínimo de la siguiente categoría. El peso máximo de vacas de internada y novillos es el peso de faena del Instituto Nacional de Carnes (INAC) para 2005, 2006, 2007.

Una vez caracterizada la población animal en función de la edad, peso, requerimientos, la dieta y su digestibilidad para cada zona agroecológica, se calcularon los factores de emisión. El factor de emisión de metano por fermentación entérica se calculó mediante la ecuación 10.21 de las Directrices del IPCC de 2006, el factor de emisión de metano por manejo del estiércol mediante las ecuaciones 10.23 y 10.24 y la tasa de excreción de nitrógeno fue calculada con las ecuaciones 10.31 y 10.32. Todos los demás parámetros utilizados fueron los parámetros por defecto brindados por las mismas Directrices, correspondientes a la situación del país.

Finalmente, los factores de emisión de metano por fermentación entérica y por manejo del estiércol y la tasa de excreción de nitrógeno para el ganado vacuno de carne, se estimaron como el promedio ponderado de los factores correspondientes para todas las categorías de edad y dietas correspondientes a las distintas zonas agroecológicas. Su determinación surge de la información presentada por los productores en las Declaraciones Juradas de DICOSE, por lo que, tendrá variaciones año a año (es dinámico).

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Se aclara que este aspecto no amerita un recálculo de toda la serie de INGEI, pues, los factores de emisión de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol, así como la tasa de excreción de nitrógeno, son particulares de cada año.

Las emisiones indirectas de  $N_2O$  provenientes del manejo del estiércol (3.B.5.) se basan en el mismo dato de actividad que el utilizado para el cálculo de las emisiones de  $N_2O$  por manejo del estiércol, multiplicado por un factor de emisión por defecto provisto por las Directrices del IPCC del año 2006.

### *5.6.1.3. Emisiones por Quema prescrita de sabanas: Pastizales (3.E.2.) y Quema de restos agrícolas (CRT 3.F.4.).*

En este inventario se estimaron emisiones de la quema de biomasa en Tierras de cultivo (caña de azúcar) y Pastizales (3.F. y 3.E. respectivamente), ya que no se cuenta con información nacional de calidad para los datos de actividad que requieren las estimaciones de emisiones por quema de biomasa de Tierras forestales y Otras tierras. Dentro de 3.F.4. se estimaron emisiones por quema de residuos de caña de azúcar ya que la casi totalidad (90%) de la cosecha de este cultivo en Uruguay se realiza de forma manual. Este método implica la quema del cultivo antes de ser cosechado. El restante 10% se realiza de manera mecanizada y por lo tanto no se realiza la práctica de quema del cultivo. Para el resto de los cultivos que se realizan en Uruguay no hay registros de actividades de quema de residuos y se considera que esta práctica no ocurre actualmente en el país. La fuente de información de los datos de actividad es el Anuario Estadístico de DIEA-MGAP (2023).

Dentro de 3.E.2. se estimaron emisiones por quema de biomasa en pastizales, reportándose la quema de “pajonales” o arbustales, que es una práctica que se aplica eventualmente para el manejo de pastizales en zonas bajas y altas. Debido a que no existe información estadística relevante, el valor del área de pajonales que se quema se determinó mediante juicio experto y se mantiene constante para toda la serie (15.000 ha al año).

Las estimaciones se realizaron empleando la ecuación 2.27 (Capítulo 2 de las Directrices del IPCC de 2006) aplicando nivel 1, es decir, utilizando factores de emisión por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.6.1.4. Emisiones por Aplicación de urea (CRT 3.H).

Las emisiones de esta categoría corresponden a las emisiones de CO<sub>2</sub> en suelos agrícolas. Las estimaciones se realizan empleando la ecuación 11.13 de las Directrices del IPCC de 2006 (Capítulo 11) aplicando nivel 1.

$$\text{Emisión de CO}_2\text{-C} = M \cdot FE$$

Donde:

Emisión de CO<sub>2</sub>-C = Emisiones anuales de carbono por aplicación de urea, ton C año<sup>-1</sup>.

M = Cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año<sup>-1</sup>.

FE = factor de emisión, ton de C (ton de urea)<sup>-1</sup>.

Fuente: Capítulo 11, Volumen 4, Directrices del IPCC del 2006.

En Uruguay no se cuenta actualmente con información detallada sobre la cantidad de Urea aplicada por año a nivel nacional, por lo que se utilizan los datos de importaciones anuales de Urea como proxy para realizar las estimaciones. Esta información es brindada por la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) del MGAP. Se emplean factores de emisión por defecto provistos las Directrices del IPCC de 2006.

### 5.6.1.5. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (CRT 3.D.1)

En esta subcategoría, se estiman las emisiones directas de óxido nitroso vinculadas a cambios en la disponibilidad de N en suelos inducidos por el hombre o por cambios en el uso de la tierra y/o su gestión. Las fuentes de N incluidas en las estimaciones de emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados son: fertilizantes de N sintético (FSN); N orgánico aplicado como fertilizante (p. ej., estiércol animal, compost, lodos cloacales, desechos) (FON); N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo (FPRP); N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de N y de forrajes durante la renovación de las pasturas (FCR); 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 (FSOM); y el drenaje/la gestión de suelos orgánicos (es decir, Histosoles) (FOS). La estimación de esta subcategoría se realiza mediante la ecuación 11.1 del capítulo 11, volumen 4, de las Directrices del IPCC de 2006.



## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Para las estimaciones de esta subcategoría, se utilizaron parámetros y factores de emisión por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006, excepto para el caso de Ganado bovino lechero y no lechero, para los cuales se estiman en cada período de inventario, tasas de N excretado anual país específico, en base a la dieta y proporción de categorías animales en cada zona agroecológica siguiendo la metodología descripta para las categorías 3.A. y 3.B.

### 5.6.1.6. Emisiones indirectas de $N_2O$ de suelos agropecuarios (3.D.2.) y manejo del estiércol (CRT 3.B.5)

Las emisiones indirectas de  $N_2O$  producidas por agregados antropogénicos de N o por mineralización del N se producen a través de dos vías: a partir de la volatilización de  $NH_3$  y  $NO_x$  de suelos gestionados y de la combustión de combustible fósil y quemado de biomasa, y la subsiguiente re-deposición de estos gases y sus productos  $NH_4^+$  y  $NO_3^-$  en suelos y aguas; y después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como  $NO_3^-$ , de suelos gestionados.

Según las Directrices del IPCC de 2006 (capítulo 11, volumen 4), las estimaciones de las emisiones de  $N_2O$  indirectas de suelos gestionados se realizan aplicando la ecuación 11.9 para el caso de volatilización y la ecuación 11.10 para lixiviación. Se utilizaron valores por defecto para los factores de emisión de esta subcategoría.

### 5.6.1.7. Emisiones de $CH_4$ en Cultivo de arroz (CRT 3.C)

El cálculo básico para estimar las emisiones de  $CH_4$  del cultivo del arroz se realiza multiplicando los factores de emisión diaria por período de cultivo de arroz y por superficies de cosecha anual. En su forma más simple, esta ecuación se aplica utilizando datos de la actividad nacionales y un único factor de emisión. Sin embargo, las condiciones naturales y la gestión agrícola de la producción de arroz pueden ser muy variables dentro de un mismo país. La ecuación propuesta por las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de  $CH_4$  del cultivo de arroz se presenta en el siguiente cuadro.

$$CH_{4\text{ Rice}} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6})$$

Donde:

$CH_{4\text{ Rice}}$  = emisiones anuales de metano producidas por el cultivo de arroz,  $kt\ CH_4\ año^{-1}$

$EF_{i,j,k}$  = factor de emisión diario para las condiciones  $i, j$  y  $k$ ,  $kg\ CH_4\ ha^{-1}\ día^{-1}$

$t_{i,j,k}$  = período del cultivo de arroz para las condiciones  $i, j$  y  $k$ , días

$A_{i,j,k}$  = superficie de cosecha anual para las condiciones  $i, j$  y  $k$ ,  $ha\ año^{-1}$

$i, j$  y  $k$  = representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de  $CH_4$  producidas por el arroz.

Fuente: Capítulo 5, volumen 4, Directrices del IPCC del 2006.



## **CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)**

Los datos de actividad (superficie anual de cosecha de arroz) se obtuvieron del anuario estadístico de DIEA-MGAP (2018), el período de inundación del cultivo típico en las condiciones del país se obtuvo de la publicación Oyhantcabal et al. (2013)<sup>29</sup> y el factor de emisión utilizado fue por defecto para el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

### **5.7. Flexibilidad aplicada**

Se aplica la flexibilidad descrita en el punto 1.9.

### **5.8. Incertidumbre específica y coherencia de la serie temporal de la categoría**

La importancia significativa de la actividad agropecuaria en la economía del país determina, en gran parte de los casos, la existencia de información documentada, completa y dispuesta de forma sistemática. Es así que los datos de las actividades involucradas en las estimaciones de las emisiones de GEI son considerados confiables por provenir de registros o publicaciones oficiales.

Sin embargo, cabe destacar la existencia de excepciones como es el caso de la Quema de “pajonales” sobre la que no existen registros oficiales obteniéndose el dato de estimaciones antiguas no ajustadas a la situación actual.

#### **5.8.1. Análisis cualitativo**

Los datos empleados en la determinación de los requerimientos energéticos de las categorías de ganado no lechero (pesaje según zona agroecología) contempla una muestra de algo más del 1% de la población generada para el inventario 2006.

La incertidumbre asociada a los datos desagregados de la población de ganado lechero y no lechero fue baja (5%).

Los factores de emisión incluidos en las estimaciones, tanto valores nacionales como por defecto, son representativos de la situación país. Los factores por defecto fueron elegidos de las Directrices del IPCC 2006 en base criterios de expertos en el sector mientras que los valores nacionales fueron desarrollados en talleres mediante juicio de expertos locales.

Valores de fracción de nitrógeno excretado asignado a cada sistema de manejo de estiércol, así como valores de la fracción de nitrógeno aplicado a suelo que se lixivia

---

<sup>29</sup> Oyhantcabal, Walter & Becona, Gonzalo & Astigarraga, Laura & Roel, Alvaro & Saizar, Carlos. (2013). PRIMER ESTUDIO DE LA HUELLA DE CARBONO DE TRES CADENAS AGROEXPORTADORAS DEL URUGUAY: CARNE VACUNA, LÁCTEA, ARROCERA.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

o volatiliza son ejemplos de parámetros estimados por expertos que presentaron un nivel medio de incertidumbre. No obstante, presenta una gran dificultad determinar la validez de los mismos debido a la naturaleza de los parámetros y con la ausencia de experiencias de campo específicas asociadas a las condiciones asociadas a los procesos involucrados en este sector de INGEI.

Existe una reducción en las incertidumbres asociadas a las estimaciones de la calidad de las pasturas (digestibilidad y proteína cruda) en base a estudios de largo plazo desarrollados por INIA y Facultad de Agronomía, así como la de volúmenes de consumo diario de forraje por las diferentes categorías de animales y las variaciones anuales en el peso corporal de las diferentes categorías en su respectiva región basados en peso reales medidos en la muestra anteriormente mencionada. Dicha reducción presenta una importancia significativa debido al rol que juegan las emisiones de ganado no lechero en el Sector Agricultura.

Dentro de las restantes categorías del sector, se estima un nivel de incertidumbre bajo para metano y alto para óxido nitroso. Dichos niveles se encuentran determinados principalmente por el uso de factores de emisión por defecto ya que, en general, los datos de actividad presentan un nivel de incertidumbre bajo.

### 5.8.2. Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo se realizó en base a la metodología de propagación de error propuesta en las Directrices IPCC de 2006. Los valores de las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisión empleados provienen tanto de valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 como de juicio experto.

Fue determinada una incertidumbre global de las emisiones GEI (expresadas en kt CO<sub>2</sub>-eq GWP<sub>100 AR5</sub>) para el sector Agricultura de +/- 39% (Tabla 5.9).

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

TABLA 5.9 Sector Agricultura: incertidumbre combinada.

Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	GEI	Emisiones/ Remociones (kt CO <sub>2</sub> -eq GWP <sub>100 ARS</sub> )	Incertidumbre de los datos de actividad (%)	Incertidumbre del factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)	Contribución a la varianza
3.A.1.a. Ganado vacuno lechero	CH <sub>4</sub>	935.6	5%	20%	21%	5.0E-05
3.A.1.b. Otro ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	16,944.4	5%	20%	21%	1.6E-02
3.A.2. Ovinos	CH <sub>4</sub>	867.9	20%	50%	54%	2.9E-04
3.A.4.d. Caprinos	CH <sub>4</sub>	1.3	20%	50%	54%	6.5E-10
3.A.4.e. Equinos	CH <sub>4</sub>	208.0	20%	50%	54%	1.7E-05
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	0.3	200%	50%	206%	4.5E-10
3.A.3. Suínos	CH <sub>4</sub>	4.5	20%	50%	54%	7.9E-09
3.B.1.a. Ganado vacuno lechero	N <sub>2</sub> O	3.1	21%	104%	106%	1.5E-08
3.B.1.a. Ganado vacuno lechero	CH <sub>4</sub>	15.6	5%	20%	21%	1.4E-08
3.B.1.b. Otro ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	332.6	5%	20%	21%	6.3E-06
3.B.2. Ovinos	CH <sub>4</sub>	26.0	20%	30%	36%	1.2E-07
3.B.4.d. Caprinos	CH <sub>4</sub>	0.0	20%	30%	36%	3.3E-13
3.B.4.e. Equinos	CH <sub>4</sub>	19.0	20%	30%	36%	6.2E-08
3.B.4.f. Mulas y Asnos	CH <sub>4</sub>	0.0	200%	30%	202%	3.5E-12
3.B.3. Suínos	N <sub>2</sub> O	13.1	54%	30%	62%	8.7E-08
3.B.3. Suínos	CH <sub>4</sub>	4.5	200%	30%	202%	1.1E-07
3.B.4.g. Aves de corral	N <sub>2</sub> O	1.0	54%	112%	124%	2.3E-09
3.B.4.g. Aves de corral	CH <sub>4</sub>	4.4	20%	30%	36%	3.4E-09
3.C. Arroz	CH <sub>4</sub>	414.1	28%	76%	81%	1.5E-04
3.B.5. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O	21.7	0%	165%	165%	1.7E-06
3.H. Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	174.2	10%	50%	51%	1.1E-05
3.D.1. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O por suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	5,930.7	0%	158%	158%	1.2E-01
3.D.2. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O procedentes de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	1,429.5	0%	244%	244%	1.6E-02
3.F.4. Quema de restos agrícolas - Caña de Azúcar	CH <sub>4</sub>	3.1	10%	0%	10%	1.2E-10
3.F.4. Quema de restos agrícolas - Caña de Azúcar	N <sub>2</sub> O	0.7	10%	0%	10%	7.5E-12
3.E.2. Quema prescrita en tierras de sabanas - Tierras Pastizales	CH <sub>4</sub>	3.0	200%	85%	217%	5.9E-08
3.E.2. Quema prescrita en tierras de wsabanas - Tierras Pastizales	N <sub>2</sub> O	2.6	200%	90%	219%	4.5E-08
<b>Suma</b>		<b>27361.07554</b>			<b>Suma</b>	<b>0,2</b>
					<b>Incertidumbre (%)</b>	<b>39</b>

Fuente: estimación propia

### 5.8.3. Coherencia de la serie temporal

Se garantiza la coherencia de la serie temporal utilizando los mismos métodos de estimación y fuentes de datos de actividad.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.9. Actividades de QA/QC específicas de la categoría

Se realizó un trabajo de control de calidad de los datos utilizados para la estimación de las emisiones de GEI para el sector Agricultura. Para ello se construyó una planilla auxiliar específica y con un nivel de desagregación tal que ha permitido realizar este proceso para toda la serie temporal y considerando las diferentes fuentes de información.

Asimismo, como parte del Plan de Mejoras, se realizaron ajustes en la serie temporal de datos de actividad de la categoría suinos (3.A y 3.B), utilizándose el dato de existencias proveniente del Anuario Estadístico de DIEA de cada año para toda la serie temporal, robusteciendo la coherencia de la serie utilizada para la estimación de GEI de esta categoría de animales.

### 5.10. Recálculos específicos de la categoría

La Tabla siguiente presenta el efecto de los nuevos cálculos con respecto a 2020.

**TABLA 5.10** Comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) del inventario incluido en la 6ta. Comunicación Nacional (2020) y el actual inventario (2022) para el sector Agricultura.

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/ Combustible/Reservorio	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
3 - Agricultura	1990	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0373	0,0915	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1990	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,5350	17,5547	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1990	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,0024	5,0238	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1994	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0388	0,0953	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1994	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	19,0044	19,0249	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1994	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,2505	5,2748	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1998	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0430	0,1055	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1998	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	18,2135	18,2362	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	1998	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,2220	5,2489	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2000	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0408	0,1000	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2000	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,4401	17,4616	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2000	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	4,8632	4,8887	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2002	3.A - Fermentación entérica	3.A.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,2700	0,2550	Se corrigió DA en el Software para el año 2002.
3 - Agricultura	2002	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,2700	0,2550	Se corrigió DA en el Software para el año 2002.
3 - Agricultura	2002	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0374	0,0868	Se corrigió DA en el Software para el año 2002.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/ Combustible/Reservorio	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
3 - Agricultura	2002	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,7503	17,7683	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2002	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	4,7261	4,7474	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2004	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0326	0,0800	Se actualizó el TAM para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2004	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	18,6879	18,7051	Se actualizó el TAM para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2004	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,2630	5,2834	Se actualizó el TAM para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2006	3.A - Fermentación entérica	3.A.1.b. Ganado vacuno no lechero	CH <sub>4</sub>	620,3730	622,6398	Se corrigió error en el factor de emisión en el Software para el año 2006.
3 - Agricultura	2006	3.A - Fermentación entérica	3.A.1.a. Ganado vacuno lechero	CH <sub>4</sub>	29,6181	29,5091	Se corrigió error en el factor de emisión en el Software para el año 2006.
3 - Agricultura	2006	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0303	0,0817	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2006	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	18,9285	18,9461	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2006	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.d. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Residuos de cultivos	N <sub>2</sub> O	0,9283	0,8145	Se corrigió error en el FCR en el Software para el año 2006.
3 - Agricultura	2006	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,4811	5,4770	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2008	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0296	0,0688	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2008	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	18,0803	18,1094	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2008	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,4985	5,5214	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2010	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0261	0,0621	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2010	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,4350	17,4615	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2010	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,4198	5,4407	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2012	3.A - Fermentación entérica	3.A.1.b. Ganado vacuno no lechero	CH <sub>4</sub>	587,9446	586,0009	Se corrigió error en el factor de emisión en el Software para el año 2012.
3 - Agricultura	2012	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0261	0,0623	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2012	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,1722	17,1989	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2012	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	6,4698	6,4909	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2014	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0262	0,0644	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2014	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0031	0,0037	Se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.
3 - Agricultura	2014	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,6224	17,8924	Se actualizaron los TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2014	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.d. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Residuos de cultivos	N <sub>2</sub> O	1,0063	1,0525	Se corrigió error en el FCR en el Software para el año 2014.
3 - Agricultura	2014	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,9114	5,9954	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2016	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0234	0,0589	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2016	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0036	0,0043	Se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.
3 - Agricultura	2016	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	18,0340	18,3499	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2016	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,3698	5,4520	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2017	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0221	0,0550	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2017	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0037	0,0044	Se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible/Reservorio	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
3 - Agricultura	2017	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,9319	18,2149	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2017	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,4285	5,3543	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2018	3.A - Fermentación entérica	3.A.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1367	0,1710	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2018	3.B - Manejo del estiércol	3.B.1.a. Ganado vacuno lechero	N <sub>2</sub> O	0,0071	0,0123	Se actualizaron los MMS para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2018	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1367	0,1710	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2018	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0172	0,0551	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2018	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0037	0,0043	Se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.
3 - Agricultura	2018	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,5071	17,6892	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2018	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,3428	5,4028	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2019	3.A - Fermentación entérica	3.A.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1310	0,1680	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2019	3.B - Manejo del estiércol	3.B.1.a. Ganado vacuno lechero	N <sub>2</sub> O	0,0071	0,0124	Se actualizaron los MMS para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2019	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1310	0,1680	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2019	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0165	0,0520	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2019	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0036	0,0042	Se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.
3 - Agricultura	2019	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,1349	17,2924	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2019	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	4,7887	4,8425	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2020	3.A - Fermentación entérica	3.A.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1231	0,1620	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2020	3.B - Manejo del estiércol	3.B.1.a. Ganado vacuno lechero	N <sub>2</sub> O	0,0070	0,0121	Se actualizaron los MMS para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2020	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	CH <sub>4</sub>	0,1231	0,1620	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022.
3 - Agricultura	2020	3.B - Manejo del estiércol	3.B.3. Suinos	N <sub>2</sub> O	0,0155	0,0507	Se corrigió DA en el Software para el período 2018-2022 y se actualizaron los MMS para el período 2008-2022.
3 - Agricultura	2020	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	CH <sub>4</sub>	0,1554	0,1577	Se corrigió DA en el Software para el año 2020.
3 - Agricultura	2020	3.B - Manejo del estiércol	3.B.4.g. Otros animales - Pollos	N <sub>2</sub> O	0,0033	0,0039	Se corrigió DA en el Software para el año 2020 y se actualizaron los MMS para el período 2014-2022.
3 - Agricultura	2020	3.D - Suelos agrícolas	3.D.1.c. Emisiones directas N <sub>2</sub> O de suelos manejados - Heces y orina depositado por animales en pastoreo	N <sub>2</sub> O	17,5879	17,5457	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2020	3.D - Suelos agrícolas	3.D.2. Emisiones indirectas N <sub>2</sub> O de suelos manejados	N <sub>2</sub> O	5,5221	5,5333	Se actualizó el TAM de suinos para el período 1990-2022.
3 - Agricultura	2020	3.H. Aplicación de urea	3.H. Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	218,1175	234,1492	Se corrigió un error detectado en el DA para el año 2020.
3 - Agricultura	2020	3.C - Cultivo de arroz	3.C.1. Regado	CH <sub>4</sub>	13,6428	13,6386	Se actualizó DA en el Software para el año 2020.

Fuente: estimación propia

## CAPÍTULO 5. Sector Agricultura (CRT 3)

### 5.11. Mejoras metodológicas realizadas en el Sector Agricultura

Modificación de las proporciones de los diferentes Sistemas de Manejo del estiércol (MMS por sus siglas en inglés) de las especies en confinamiento (3.B.). Fueron realizadas consultas a expertos y un relevamiento nacional sobre las proporciones de los diferentes MMS para las especies que suelen tener producción en confinamiento en Uruguay, a saber: aves, cerdos y vacas lecheras.

Mejora en la serie de datos de actividad de la categoría suinos (3.A. y 3.B.). Se realizó el ajuste de la serie temporal de datos de actividad de la categoría suinos, utilizándose el dato de existencias proveniente del Anuario Estadístico de DIEA de cada año para toda la serie temporal, robusteciendo la coherencia de la serie utilizada para la estimación de GEI de esta categoría de animales.

Uso de Typical Animal Mass (TAM) de suinos como parámetro país específico (3.B.). El parámetro TAM(T) utilizado a efectos de los cálculos, es un peso ponderado cuyo ponderador es el número de existencias para cada categoría. La proporción de animales para cada una de ellas, surge del procesamiento de las Declaraciones Juradas de DICOSE, y, debido a su poca variación a lo largo de la serie, se mantienen incambiadas a lo largo del tiempo. Estas proporciones, se utilizan sobre las existencias publicadas en el Anuario Estadístico Agropecuario de DIEA, para determinar la cantidad de animales por categoría. Los pesos promedios considerados para cada categoría surgen de juicio experto de técnicos de la Academia. Se tendrá un valor de TAM diferente para cada año, país específico, ya que el mismo variará según el stock nacional de suinos.

### 5.12. Plan de mejoramiento específico de la categoría subcategoría

TABLA 5.11 Sector Agricultura: Plan de Mejoramiento

Categoría	Oportunidad de Mejora	Horizonte temporal
3.A. Fermentación entérica y 3.B. Manejo del estiércol	Mejora en parámetros de estimación de emisiones de GEI en ganado vacuno lechero, ganado vacuno no lechero y suinos	Corto-mediano
3.A. Fermentación entérica	Estimación de emisiones de Fermentación Entérica de ovinos mediante Tier 2	Mediano
3.G. Encalado	Estimaciones de emisiones por encalado de suelos	Mediano
3.E.1. Quema prescrita de sabanas – Tierras Forestales	Estimar emisiones por quema de biomasa por incendios forestales utilizando herramientas satelitales disponibles	Corto

Fuente: elaboración propia



## **CAPÍTULO 6**

# Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)





## CAPÍTULO 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 1990-2022, 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

En el sector UTCUTS se estiman las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso y cambio de uso de la tierra en Uruguay para las diferentes categorías de uso de la tierra definidas por las Directrices 2006 del IPCC. Este sector representa el 100% de las remociones de dióxido de carbono del país.

Para el año 2022, las remociones de CO<sub>2</sub> del sector UTCUTS se estimaron en 41.629 kt CO<sub>2</sub> y las emisiones brutas en 32.563 kt CO<sub>2</sub>, lo que resultó en emisiones netas de -9.066 kt CO<sub>2</sub> para el año 2022.

Las remociones de CO<sub>2</sub> incluyen: aumentos en los stocks de carbono por crecimiento de la biomasa en áreas de plantaciones forestales y bosque nativo, aumentos en los stocks de carbono en la materia orgánica muerta de Tierras forestales y aumentos en los stocks de carbono en la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo)

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

en Tierras que se convierten a Tierras forestales (mayoritariamente Pastizales que se convierten a Tierras forestales), Pastizales que se mantienen como tales, Tierras convertidas a Pastizales y, en menor medida, en Tierras convertidas a Asentamientos y Otras tierras. La biomasa es el reservorio que mayor peso tiene en las remociones del sector (93,4% del total de remociones de CO<sub>2</sub>).

Las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> se dan por: disminución en los stocks de carbono en biomasa por cosecha forestal en plantaciones forestales (tanto en Tierras forestales que se mantienen como tales como Tierras convertidas a Tierras forestales), disminución de los stocks de carbono en biomasa y materia orgánica muerta por la conversión de Tierras forestales a otras categorías de uso de la tierra, disminución en los stocks de carbono en la materia orgánica del suelo en Tierras convertidas a Tierras de cultivo y Tierras de cultivo que permanecen como tales. En el caso de las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> del sector, nuevamente la biomasa es el reservorio que mayor peso tiene (89,6%), seguido de la materia orgánica del suelo (10,1%).

En relación con la representación consistente de las tierras de Uruguay, en la tabla que se presenta a continuación se detallan los usos y cambios de uso de la tierra correspondientes al período 1990-2022:

**TABLA 6.1** Matriz de uso y cambio de uso de la tierra, serie 1990- 2022

INICIAL FINAL	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Asentamientos	Humedales	Otras tierras	Superficie final (ha)
Tierras forestales	1,671,923	37,350	680,850			900	2,391,023
Tierras de cultivo	13,950	1,792,193	2,114,550			0	3,920,693
Pastizales	74,700	592,200	9,419,750	2,700		4,500	10,093,850
Asentamientos	4,050	6,300	33,300	322,517			366,167
Humedales					742,731		742,731
Otras tierras	3,600	900	10,350			75,878	90,728
Superficie Inicial (ha)	1,768,223	2,428,943	12,258,800	325,217	742,731	81,278	17,605,192
Cambio neto	622,800	1,491,750	-2,164,950	40,950	0	9,450	

Fuente: elaboración propia

## **CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)**

La tabla anterior muestra la superficie (en hectáreas) de cada uso de la tierra y sus respectivas conversiones. Las áreas en la diagonal corresponden a las tierras que se mantienen en el mismo uso, mientras que las áreas fuera de la diagonal corresponden a la superficie de cada categoría que se encuentra en conversión, según origen y destino. La dependencia temporal del cambio de uso de la tierra utilizada en este inventario es el que sugieren las Directrices del IPCC de 2006 por defecto, es decir, 20 años. Por lo tanto, el valor del área de cada cambio es igual a la suma de los cambios anuales entre dos categorías específicas en un período de 20 años.

La categoría Pastizales fue la única que disminuyó su área, mientras que las categorías que más aumentaron su superficie en los últimos 20 años fueron las Tierras forestales (básicamente por el aumento del área de plantaciones forestales) y las Tierras de cultivo, que además de incluir toda la superficie de cultivos de grano, incluye también toda la agricultura forrajera (rotaciones forrajeras del sector lechero y ganadero). En el caso de las Tierras de cultivos, el aumento del área se debió, fundamentalmente, al boom de la agricultura en la década del 2000, la intensificación de los sistemas de producción lecheros y, en menor medida, a la sustitución de parte del área de recursos forrajeros nativos por rotaciones de verdeos y pasturas de algunos sistemas ganaderos.

Tomando como base la información presentada en la tabla anterior y con factores de emisión que se detallan más adelante en este informe para cada subcategoría, se estimaron las emisiones y remociones de GEI para los diferentes reservorios de carbono en tierras que permanecen bajo el mismo uso y tierras convertidas a otros usos.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

TABLA 6.2 Emisiones de GEI, por categoría y subcategoría (kt) año 2022.

	Emisiones (kt)					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
<b>4. Total UTCUTS</b>	<b>-9066</b>					
<b>4.A. Tierras Forestales (TF)</b>	<b>-13936</b>					
4.A.1. TF que se mantienen como TF	3956					
4.A.2. Tierras que se convierten a TF	-17892					
4.A.2.a. Tierras de cultivo (TC) que se convierten a TF	-983					
4.A.2.b. Pastizales (P) que se convierten a TF	-16886					
4.A.2.c. Humedales (H) que se convierten a TF	NO					
4.A.2.d. Asentamientos (A) que se convierten a TF	NO					
4.A.2.e. Otras tierras (OT) que se convierten a TF	-23					
<b>4.B. Tierras de Cultivo (TC)</b>	<b>3102</b>					
4.B.1. TC que se mantienen como TC	113.1					
4.B.2. Tierras que se convierten a TC	2989.2					
4.B.2.a. TF que se convierten a TC	296.6					
4.B.2.b. P que se convierten a TC	2692.6					
4.B.2.c. H que se convierten a TC	NO					
4.B.2.d. A que se convierten a TC	NO					
4.B.2.e. OT que se convierten a TC	NO					
<b>4.C. Pastizales (P)</b>	<b>735.2</b>					
4.C.1. P que se mantienen como P	-380.6					
4.C.2. Tierras que se convierten a P	1115.8					
4.C.2.a. TF que se convierten a P	2150.9					
4.C.2.b. TC que se convierten a P	-1036.2					
4.C.2.c. H que se convierten a P	NO					
4.C.2.d. A que se convierten a P	1.2					
4.C.2.e. OT que se convierten a P	NO					
<b>4.D. Humedales (H)</b>	<b>NE</b>					
4.D.1. H que se mantienen como H	NE					
4.D.1.a. Tierras de extracción de turbas que se mantienen como extracción de turbas	NE					
4.D.1.b. Tierras inundadas que se mantienen como tierras inundadas	NE					
4.D.1.c. Otros humedales que se mantienen como otros humedales	NE					
4.D.1.c.i. Humedales costeros	NE					
4.D.2. Tierras que se convierten a H	NO					
4.D.2.a. Tierras convertidas para extracción de turba	NO					
4.D.2.a.i. TF convertidas en Tierras de extracción de turba	NO					
4.D.2.a.ii. TC convertidas en Tierras de extracción de turba	NO					
4.D.2.a.iii. P convertidas en Tierras de extracción de turba	NO					
4.D.2.a.iv. A convertidas en Tierras de extracción de turba	NO					
4.D.2.a.v. OT convertidas en Tierras de extracción de turba	NO					
4.D.2.b. Tierras convertidas en Tierras inundadas	NO					
4.D.2.b.i. TF convertidas en Tierras inundadas	NO					
4.D.2.b.ii. TC convertidas en Tierras inundadas	NO					

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

4. Total UTCUTS	Emisiones (kt)					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
4.D.2.b.iii. P convertidas en Tierras inundadas	NO					
4.D.2.b.iv. A convertidas en Tierras inundadas	NO					
4.D.2.b.v. OT convertidas en Tierras inundadas	NO					
4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	NO					
4.D.2.c.i. TF convertidas a otros humedales	NO					
4.D.2.c.ii. TC convertidas a otros humedales	NO					
4.D.2.c.iii. P convertidos a otros humedales	NO					
4.D.2.c.iv. A convertidos a otros humedales	NO					
4.D.2.c.v. Otras tierras convertidas a otros humedales	NO					
<b>4.E. Asentamientos</b>	<b>145</b>					
4.E.1. A que permanecen como A	0.0					
4.E.2. Tierras convertidas a A	145.4					
4.E.2.a. TF convertidas a A	166.0					
4.E.2.b. TC convertidas a A	-7.0					
4.E.2.c. P convertidas a A	-13.6					
4.E.2.d. H convertidas a A	NO					
4.E.2.e. Otras tierras convertidas a A	NO					
<b>4.F. Otras tierras</b>	<b>887</b>					
4.F.1. OT que permanecen como OT						
4.F.2. Tierras convertidas a OT	886.9					
4.F.2.a. TF convertidas a OT	889.6					
4.F.2.b. TC convertidas a OT	0.0					
4.F.2.c. P convertidas a OT	-2.7					
4.F.2.d. H convertidas a OT	NO					
4.F.2.e. S convertidas a OT	NO					
<b>4(I). Emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes de aportes de N a suelos gestionados</b>			IE			
4(I).A. TF			IE			
4(I).A.1. TF que permanecen como TF			IE			
4(I).A.1.a. Fertilizantes N inorgánicos			IE			
4(I).A.1.b. Fertilizantes N orgánicos			IE			
4(I).A.2. Tierras convertidas a TF			IE			
4(I).A.2.a. Fertilizantes N inorgánicos			IE			
4(I).A.2.b. Fertilizantes N orgánicos			IE			
4(I).D. Humedales			IE			
4(I).D.1. H que permanecen como H			IE			
4(I).D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos			IE			
4(I).D.1.b. Fertilizantes N orgánicos			IE			
4(I).D.2. Tierras convertidas a H			NO			
4(I).D.2.a. Fertilizantes N inorgánicos			NO			
4(I).D.2.b. Fertilizantes N orgánicos			NO			
4(I).E. Asentamientos			IE			
4(I).E.1. Asentamientos que permanecen como asentamientos			IE			
4(I).E.1.a. Fertilizantes N inorgánicos			IE			
4(I).E.1.b. Fertilizantes N orgánicos			IE			

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

	Emisiones (kt)					
4. Total UTCUTS	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
4(I).E.2. Tierras convertidas a asentamientos			NO			
4(I).E.2.a. Fertilizantes N inorgánicos			NO			
4(I).E.2.b. Fertilizantes N orgánicos			NO			
4(I).H. Otros			NO			
4(I).H.1. Fertilizantes N inorgánicos			NO			
4(I).H.2. Fertilizantes N orgánicos			NO			
4(II). Total para todas las categorías de uso de la Tierra			NE			
4(III). Total para todas las categorías de uso de la Tierra			IE			
4(III).A. Tierras forestales			IE			
4(III).A.1. TF que permanecen como TF			IE			
4(III).A.2. Tierras convertidas a TF			IE			
4(III).B. Tierras de cultivo			IE			
4(III).B.2. Tierras convertidas a TC			IE			
4(III).C. Pastizales			IE			
4(III).C.1. Pastizales que permanecen como Pastizales			IE			
4(III).C.2. Tierras convertidas a Pastizales			IE			
4(III).D. Humedales			IE			
4(III).D.1. Humedales que permanecen como Humedales			IE			
4(III).D.2. Tierras convertidas a Humedales			NO			
4(III).E. Asentamientos			IE			
4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como Asentamientos			IE			
4(III).E.2. Tierras convertidas a Asentamientos			IE			
4(III).F. Otras tierras			IE			
4(III).F.2. Tierras convertidas a OT			IE			
4(IV). Total para todas las categorías de uso de la Tierra (Quema de biomasa )	IE					
4(IV).A. TF						
4(IV).A.1. TF que permanecen como TF	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).A.1.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).A.2. T convertidas a TF	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).A.2.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).A.2.b. Incendios forestales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B. Tierras de cultivo	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.1. TC que permanecen como TC	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.1.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.1.b. Incendios	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.2. T convertidas a TC	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.2.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.2.b. Incendios	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C. Pastizales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C.1. P que permanecen como P	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C.1.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C.1.b. Incendios	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C.2.T convertidas a P	IE	IE	IE	IE	IE	IE

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

	Emisiones (kt)					
4. Total UTCUTS	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
4(IV).C.2.a. Quema Controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).C.2.b. Incendios	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).D. Humedales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).D.1. H que permanecen como H	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).D.1.a. Quema controlada	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).D.1.b. Incendios	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).D.2. Tierras convertidas a humedales	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).D.2.a. Quema controlada	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).D.2.b. Incendios	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).E. Asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).E.1. A que permanecen como A	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).E.1.a. Quema controlada	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).E.1.b. Incendios	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).E.2. T convertidas en A	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).E.2.a. Quema controlada	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).E.2.b. Incendios	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).F. Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).F.2. T convertidas en OT	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).F.2.a. Quema controlada	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).F.2.b. Incendios	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4(IV).H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.G. Productos de la madera cosechada	NE					

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

A nivel general, las emisiones/remociones de CO<sub>2</sub> del sector UTCUTS se presentan en la Tabla 6.3.

TABLA 6.3 Emisiones brutas, remociones y emisiones netas del sector UTCUTS para el año 2022.

Gas	Emisiones brutas		Remociones			Emisiones netas	
	kt gas	GWP <sub>100 ARS</sub>	CO <sub>2</sub> -eq GWP <sub>100 ARS</sub>	kt gas	GWP <sub>100 ARS</sub>	CO <sub>2</sub> -eq GWP <sub>100 ARS</sub>	CO <sub>2</sub> -eq GWP <sub>100 ARS</sub>
CO <sub>2</sub>	32,563	1	32,563	41,629	1	41,629	-9,066
CH <sub>4</sub>	IE	28					IE
N <sub>2</sub> O	IE	265					IE
Total CO <sub>2</sub> -eq			32,563			41,629	-9,066

Fuente: elaboración propia

### 6.2. Tendencia de los GEI del sector

TABLA 6.4 Total por cada GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

Gas	1990	1994	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO <sub>2</sub>	-7155	-7815	-12000	-15883	-16701	-15490	-13841	-11485	-10004	-16447	-13010	-11901	-10800	-8842	-10037	-8519	-9797	-9066
CH <sub>4</sub>	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
N <sub>2</sub> O	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Total	-7155	-7815	-12000	-15883	-16701	-15490	-13841	-11485	-10004	-16447	-13010	-11901	-10800	-8842	-10037	-8519	-9797	-9066

Fuente: elaboración propia

Dentro del sector UTCUTS, las variaciones en las emisiones netas a lo largo de todo el período se explican por la propia dinámica productiva del país, siendo la biomasa viva el reservorio que mayor peso tiene tanto en las emisiones brutas como en las remociones de CO<sub>2</sub>, seguido de la materia orgánica del suelo, y, por último, la materia orgánica muerta. En el caso de la biomasa viva, las variaciones se deben mayoritariamente a los balances de emisiones de CO<sub>2</sub> por extracción de madera (cosecha) en plantaciones forestales y remociones de CO<sub>2</sub> por crecimiento de la biomasa leñosa en áreas existentes y nuevas áreas de plantaciones forestales y bosque nativo. En el caso de la materia orgánica del suelo, las variaciones se deben a los cambios en los stocks de carbono orgánico del suelo que se producen por cambios entre categorías de uso de la tierra, generándose emisiones de CO<sub>2</sub> mayoritariamente en las conversiones a Tierras de cultivo y remociones de CO<sub>2</sub> mayoritariamente en las conversiones a Tierras forestales y a Pastizales. La materia orgánica muerta es un reservorio de interés en Tierras forestales, y las variaciones se deben al balance entre la acumulación de carbono en el mantillo de Tierras forestales y las emisiones de CO<sub>2</sub> por pérdidas de carbono contenido en el mantillo cuando las Tierras forestales se convierten a otras categorías de uso de la tierra.



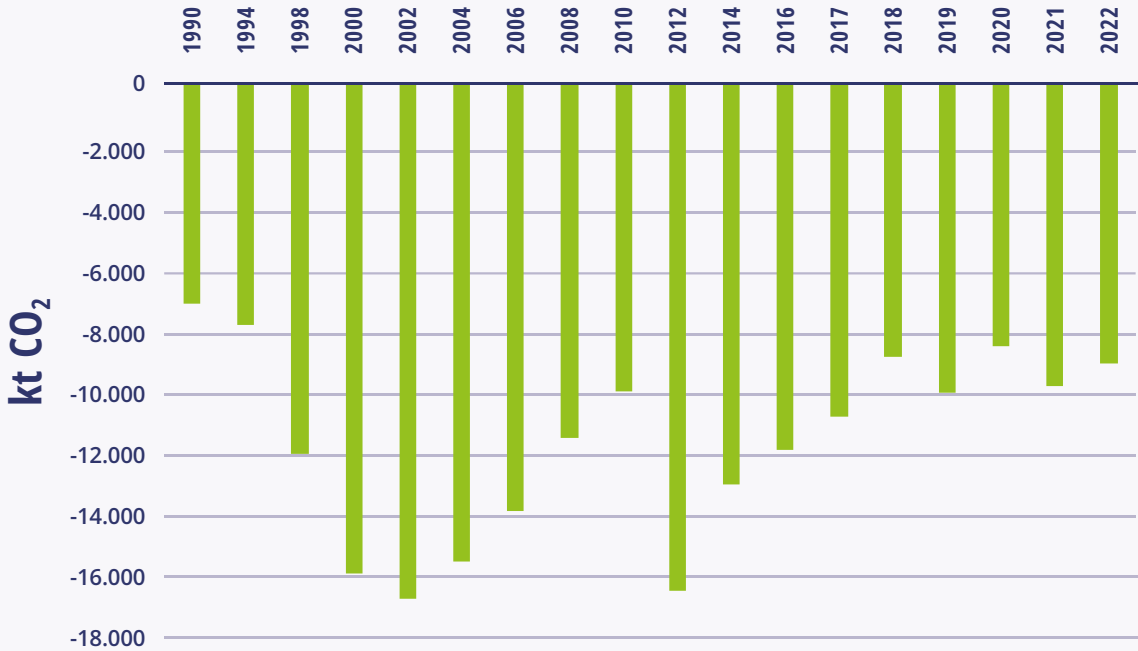
## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

TABLA 6.5 Variación histórica de las emisiones de GEI (kt de gas), serie 1990-2022.

Período	kt Gas
Variación 1990-1994	9%
Variación 1994-1998	54%
Variación 1998-2000	32%
Variación 2000-2002	5%
Variación 2002-2004	-7%
Variación 2004-2006	-11%
Variación 2006-2008	-17%
Variación 2008-2010	-13%
Variación 2010-2012	64%
Variación 2012-2014	-21%
Variación 2014-2016	-9%
Variación 2016-2017	-9%
Variación 2017-2018	-18%
Variación 2018-2019	14%
Variación 2019-2020	-15%
Variación 2020-2021	15%
Variación 2021-2022	-7%
Variación 1990-2022	27%

Fuente: elaboración propia

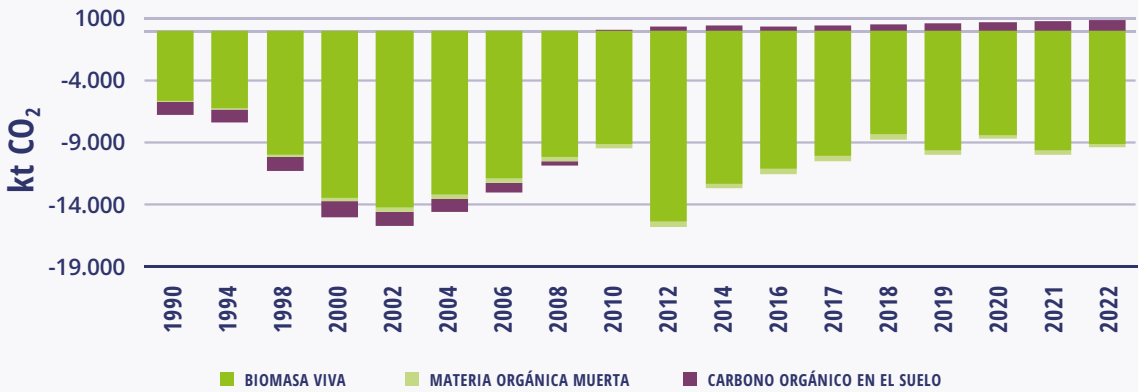
FIGURA 6.1 Total de emisiones netas de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub>), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

En la **Figura 6.2** que se presenta a continuación, se puede observar la evolución de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de UTCUTS por reservorio de carbono para toda la serie histórica (1990-2022).

FIGURA 6.2 Evolución de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> por reservorio de carbono (kt), serie 1990-2022.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en este sector, se siguieron las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés) de 2006. Para la representación consistente de las tierras se siguió el enfoque 2 sugerido por dichas Directrices.

**TABLA 6.6** Categorías, métodos y factores de emisión.

Categorías	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
<b>4. Total LULUCF</b>					
<b>4.A. Tierras Forestales (TF)</b>					
4.A.1. TF que se mantienen como TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.A.2. Tierras que se convierten a TF					
4.A.2.a. Tierras de cultivo (TC) que se convierten a TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.A.2.b. Pastizales (P) que se convierten a TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.A.2.c. Humedales (H) que se convierten a TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.A.2.d. Asentamientos (A) que se convierten a TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.A.2.e. Otras tierras (OT) que se convierten a TF	T1/T2	NE	NE	NE	NE
<b>4.B. Tierras de Cultivo (TC)</b>					
4.B.1. TC que se mantienen como TC	T1/T2	IE	IE	IE	IE
4.B.2. Tierras que se convierten a TC					
4.B.2.a. TF que se convierten a TC	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.B.2.b. P que se convierten a TC	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.B.2.c. H que se convierten a TC	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.B.2.d. A que se convierten a TC	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.B.2.e. OT que se convierten a TC	T1/T2	NO	NO	NO	NO
<b>4.C. Pastizales (P)</b>					
4.C.1. P que se mantienen como P	T1/T2	IE	IE	IE	IE
4.C.2. Tierras que se convierten a P					
4.C.2.a. TF que se convierten a P	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.C.2.b. TC que se convierten a P	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.C.2.c. H que se convierten a P	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.C.2.d. A que se convierten a P	T1/T2	NO	NO	NO	NO
4.C.2.e. OT que se convierten a P	T1/T2	NO	NO	NO	NO
<b>4.D. Humedales (H)</b>					
4.D.1. H que se mantienen como H	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.1.a. Tierras de extracción de turbas que se mantienen como extracción de turbas	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.1.b. Tierras inundadas que se mantienen tierras como tierras inundadas	NE	NE	NE	NE	NE

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Categorías	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
4.D.2. Tierras que se convierten a H					
4.D.2.a. Tierras convertidas para extracción de turba	NO	NO	NO	NO	NO
4.D.2.b. Tierras convertidas en Tierras inundadas	NO	NO	NO	NO	NO
4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	NO	NO	NO	NO	NO
<b>4.E. Asentamientos</b>					
4.E.1. A que permanecen como A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.E.2. Tierras convertidas a A					
4.E.2.a. TF convertidas a A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.E.2.b. TC convertidas a A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.E.2.c. P convertidas a A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.E.2.d. H convertidas a A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.E.2.e. Otras tierras convertidas a A	T1/T2	NE	NE	NE	NE
<b>4.F. Otras tierras</b>					
4.F.1. OT que permanecen como OT					
4.F.2. Tierras convertidas a OT					
4.F.2.a. TF convertidas a OT	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.F.2.b. TC convertidas a OT	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.F.2.c. P convertidas a OT	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.F.2.d. H convertidas a OT	T1/T2	NE	NE	NE	NE
4.F.2.e. S convertidas a OT	T1/T2	NE	NE	NE	NE
<b>4.G. Productos de la madera cosechada</b>	NE				

Referencias: NE: No Estimada; NO: No Ocurre; IE: Estimado en otra categoría; T1: Nivel 1; T2: Nivel 2.

Fuente: elaboración propia

Las fuentes de los datos de actividad y factores de emisión se encuentran en el ANEXO 5. El resumen de los datos de actividad se puede consultar en las tablas CRT sectoriales.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.3.1. Representación coherente de las tierras

Los datos de actividad para el sector UTCUTS se obtuvieron a partir de un relevamiento a nivel nacional de usos de la tierra y cambios en el uso de la tierra para el período 2000-2022, empleando una herramienta de monitoreo basada en el análisis de imágenes satelitales de alta y muy alta resolución desarrollada por FAO y Google (Collect Earth). Dicho relevamiento consistió en un muestreo sistemático con una grilla de 24.789 parcelas fijas de 0.5 ha cada una (con 49 puntos de control), 19.563 de dichas parcelas situadas a una distancia de 3 km entre sí y cubriendo la totalidad del territorio nacional. La asignación de un uso de la tierra a cada parcela fue establecida por el uso dominante de cada parcela (% de la parcela), que luego fue extrapolado a un área de 900 ha. Sobre esta grilla, se diseñó una estratificación sobre la zona de mayor dinámica de cambios de uso del suelo, en la que se aumentó la intensidad de muestreo agregando 5.219 parcelas fijas a una distancia de 2.1 km entre sí. Dentro de este estrato, la asignación de uso de la tierra a las parcelas se extrapoló a un área de 450 ha.

Los cambios de uso de la tierra fueron relevados por parcela, tomando como uso inicial el relevamiento del año 2000. A partir de esto, se elaboraron matrices de cambio de uso de la tierra para cada año de la serie de INGEIs. La dependencia temporal de los cambios de uso de la tierra utilizada fue la sugerida por defecto en las Directrices del IPCC de 2006, por lo tanto, a cada parcela que cambia de uso se la clasifica como tierra convertida a otro uso y se mantiene bajo dicha clasificación por 20 años. Las parcelas con dos o más cambios en el período 2002-2022 no fueron incluidas en las estimaciones de este INGEI.

Este muestreo permitió realizar las estimaciones de emisiones y remociones de esta categoría con un enfoque 2 (área total de uso del suelo, incluyendo cambios entre categorías), según las Directrices del IPCC de 2006.

Debido a que la serie histórica de los INGEI de Uruguay comienza en el año 1990, para evitar sesgos en las estimaciones a lo largo de la serie histórica, es necesario contar con una representación coherente de tierras, al menos, desde el año 1970. Dada la falta de imágenes de alta y muy alta resolución que permitiera utilizar la misma metodología de muestreo descrita arriba para los años anteriores al 2000, se utilizaron datos de la serie de estadísticas nacionales de DIEA - MGAP, para el período 1970-2000, de los diferentes usos de la tierra. Con esos datos se establecieron tasas de conversión anuales para cada subdivisión durante ese período temporal y, mediante análisis integrado de la dinámica de los cambios de cada uso del suelo y apoyados por juicio experto, se establecieron asunciones en cuanto al origen y destino de los principales cambios de uso. Con esa información y partiendo de los datos de superficie de cada subdivisión de uso de la tierra (superficie en permanencia o “remaining”) para el año 2000 de la serie del relevamiento con *Collect Earth*, se

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

fueron estimando las correspondientes áreas en conversión y en permanencia para los diferentes años de la serie de INGEI de Uruguay anteriores al año 2000 (1990–1994–1998). De esta forma, se logró construir una serie consistente de superficies en permanencia y en conversión para cada una de las subdivisiones (definidas de acuerdo a las circunstancias nacionales) de cada categoría de uso de la tierra de las Directrices del IPCC de 2006 para el período 1970–2022.

Con la información generada a partir de este relevamiento se elaboró la matriz de uso y cambio de uso de la tierra correspondiente al período 1990–2022 (ver tabla 6.1. en capítulo 6.1. de este informe).

### 6.3.2. Categorías de uso de la tierra y subdivisiones

Las categorías de uso de la tierra utilizadas para la estimación de emisiones y remociones del sector UTCUTS se definieron en base a las Directrices del IPCC de 2006. Las mismas son:

- Tierras forestales (TF). Incluye todas las tierras con vegetación leñosa que sean consistentes con los límites utilizados para definir una tierra como forestal para el inventario nacional de gases de efecto invernadero (ej. área, cobertura de copa, altura). En el caso de Uruguay se optó por la definición de FAO (FAO, 2012)<sup>30</sup>, ya que no se cuenta con una definición suficientemente detallada a estos efectos en la Ley Forestal (Ley N° 15.939). Según esta definición de FAO, se incluyen aquellas tierras con cubierta vegetal que actualmente caen por debajo de esos límites pero que potencialmente pueden alcanzar los valores utilizados en la definición de bosque.
- Tierras de cultivo (TC). Incluye todas las tierras de cultivo (cultivos para grano, cultivos forrajeros anuales, caña de azúcar, cultivos hortícolas y cultivos frutícolas). Abarca aquellos sistemas agro-forestales cuando su estructura vegetal no alcanza los límites utilizados para definir esa tierra como forestal.
- Pastizales (P). Incluye campo natural, campo natural mejorado, praderas artificiales plurianuales y pasturas exóticas y/o con historia de siembra), siempre que no caigan dentro de la definición de tierra de cultivo. También abarca sistemas con vegetación leñosa y otro tipo de vegetación como arbustos que no cumplen con los valores límites para clasificarla como tierra forestal.
- Humedales (H). Incluye áreas de extracción de turba y tierras cubiertas o saturadas por agua temporal o permanentemente (ej. turberas) y que no entran en las definiciones de tierra forestal, de cultivo, pastizal o asentamientos.
- Asentamientos (A). Incluye toda la tierra con desarrollo de infraestructura, abarcando infraestructura de transporte, asentamientos humanos de cualquier tamaño, siempre que no haya sido incluido en alguna de las categorías anteriores.

<sup>30</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). FRA 2015. Términos y definiciones. Documento de Trabajo de la Evaluación de los Recursos Forestales No. 180. Diciembre, 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ap862s/ap862s00.pdf>

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

- Otras tierras (OT). Incluye suelo desnudo, rocas, hielo y todas las tierras que no entran en ninguna de las categorías anteriores.

Dentro de cada categoría se definieron las siguientes subdivisiones, con el objetivo de representar mejor las circunstancias nacionales:

- Tierras Forestales: Bosque Nativo (incluyendo: Bosque Nativo Fluvial, Bosque Nativo Serrano; Bosque Nativo de Quebrada, Bosque Nativo Parque, Bosque Nativo Palmar); otros bosques (Bosque Costero -Pinus pinaster-, Mezcla de especies -nativo y exótico-); Pinus (incluyendo: Pinus elliotti, Pinus taeda, Pinus pinaster, Pinus sp.); Eucalyptus (incluyendo: Eucalyptus globulus, maidenii, bicostata, grandis, saligna, dunii y otros Eucalyptus); Salix y Populus y Desconocido tierras forestales.
- Tierras de cultivo: Perennes (huertos, viñedos, frutales), Cultivos Anuales, Rotación arroz pastizal, Rotación cultivos de secano-pastizal, desconocido tierras de cultivo.
- Pastizales: Campo natural, Pasturas no naturales (Praderas artificiales plurianuales y pasturas exóticas y/o con historia de siembra), Desconocido Pastizales
- Asentamientos: Infraestructura, Minería, área urbana, desconocido asentamientos.
- Otras tierras: rocas, dunas, tierra desnuda, desconocido otras tierras.
- Humedales: Humedales no gestionados (incluye todos los cuerpos de agua: ríos, arroyos, lago, lagunas), bañado, humedal costero, represa.

### 6.3.3. Reservorios de carbono

Para las estimaciones de emisiones y remociones del sector UTCUTS del INGEI, se consideraron todos los reservorios de carbono sugeridos por las Directrices del IPCC de 2006 y que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 6.7 Reservorios de Carbono.

Depósito		Descripción
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje.  Nota: En los casos en los que el sotobosque sea un componente menor del depósito de carbono de la biomasa aérea, es aceptable que se lo excluya para las metodologías y los datos asociados que se utilizan en ciertos niveles, siempre que éstos se empleen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país).
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal. Las raíces finas vivas y muertas y la DOM que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para raíces y DOM se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm.

Fuente: elaboración propia

Para cada categoría de uso de la tierra (excepto Humedales) se estimaron los depósitos más relevantes de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones asociadas a la categoría Humedales no fueron estimadas debido a la falta de información nacional para la estratificación de suelos orgánicos y minerales que permitieran contar con los parámetros necesarios para realizar las estimaciones. No obstante, la estimación de emisiones de esta categoría de uso de la tierra está incluido en el plan de mejora del sector.

#### 6.3.4. Cambios de stock de carbono en los suelos

Para el cálculo de cambios de stock de carbono orgánico en suelos minerales se utilizó un enfoque 2 para los datos de actividad y un nivel 2, empleando una combinación de parámetros por defecto y parámetros país específico. Como se mencionó anteriormente, no se incluyeron las estimaciones de cambios de stock de carbono orgánico en suelos orgánicos por falta de información.



## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Las estimaciones se realizaron de acuerdo a la ecuación 2.25 del capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006, que se presenta a continuación:

$$\Delta C_{\text{Minerales}} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF\ c,s,i} \cdot F_{LU\ c,s,i} \cdot F_{MG\ c,s,i} \cdot F_I\ c,s,i \cdot A_{c,s,i})$$

Donde:

$\Delta C_{\text{Minerales}}$  = cambio anual en las existencias de carbono de los suelos minerales, ton C año<sup>-1</sup>

$SOC_0$  = existencia de carbono orgánico en el suelo en el último año de un período de inventario, ton C

$SOC_{(0-T)}$  = existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo de un período de inventario, ton C

$SOC_0$  y  $SOC_{(0-T)}$  se calculan utilizando la ecuación del SOC donde se asignan factores de referencia para existencias y cambios de existencias de carbono según las actividades de uso y gestión de la tierra y las superficies respectivas en cada uno de los momentos (momento = 0 y momento = 0-T)

T = cantidad de años de un período de inventario dado, año

D = Dependencia temporal de los factores de cambio de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC, año. Habitualmente 20 años, pero depende de las hipótesis que se apliquen en el cálculo de los factores  $F_{LU}$ ,  $F_{MG}$  y  $F_I$ .

c representa las zonas climáticas, s los tipos de suelo, e i el conjunto de sistemas de gestión que se dan en un país dado

$SOC_{REF}$  = las existencias del carbono de referencia, ton C ha<sup>-1</sup>

$FLU$  = factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, sin dimensión.

$FMG$  = factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión.

$FI$  = factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión

A = superficie de tierra del estrato que se estima, ha.

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

En relación a los parámetros utilizados para la estimación de emisiones y remociones por cambios en los stocks de carbono de suelos minerales, Uruguay cuenta con un mapa digital de carbono en suelos (Kg C/m<sup>2</sup> a 30 cm de profundidad) elaborado en 2017 por la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) - MGAP<sup>31</sup>, que fue utilizado junto al mapa de cobertura del suelo de la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT) para el año 2015<sup>32</sup> para estimar el carbono orgánico de referencia (SOCREF) promedio para cada uso de la tierra. Esta información sirvió de insumo para el ajuste de los factores de cambio de stock de carbono orgánico del suelo de algunas subdivisiones de uso del suelo particulares (rotación cultivos de secano-pastizal,

<sup>31</sup> Disponible en: <http://54.229.242.119/apps/GSOCmap.html>

<sup>32</sup> Disponible en: <http://sit.mvotma.gub.uy/websdatos/cobertura.html>

rotación-arroz pastizal), así como un SOCREF promedio nacional, que fue utilizado para realizar las estimaciones de emisiones y remociones de todas las categorías de uso de la tierra.

En cuanto a los factores de cambio de stock por el uso de la tierra (FLU) de las subdivisiones “rotación cultivos de secano-pastizal” y “rotación arroz-pastizal” incluidas dentro de la categoría Tierra de cultivos, se realizaron estimaciones de un factor de cambio de stock (FLU) particular para cada caso, modelando dichas rotaciones y combinando factores de cambio de stock por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006 para Pastizales, Tierras de cultivo y Arroz. El procedimiento consistió en definir el largo de rotación típico en cada caso y se proyectaron dichas rotaciones en un período de 20 años (período de dependencia para el cambio de stock de carbono orgánico del suelo por defecto). En cada año se calculó el cambio de stock de carbono utilizando la ecuación 2.25 de las Directrices del IPCC de 2006. Para esto se asignaron los factores de cambio de stock correspondientes a cada uso de la tierra en cada año y luego se calculó el cambio de stock pasados los 20 años, estableciendo así el nuevo  $F_{LU}$  para estas rotaciones.

### 6.3.5. Cambios de stock de carbono en biomasa

En el inventario son cuantificados los cambios en los *stocks* de carbono en la biomasa viva (aérea y subterránea) en Tierras forestales que se mantienen como tales, en Tierras que se convierten a Tierras forestales y en Tierras forestales que se convierten a otras categorías de uso de la tierra.

Para la estimación de los cambios de stocks de carbono en dichas tierras, se necesita conocer, por un lado, los datos de actividad, es decir la superficie de plantaciones forestales y bosque nativo, así como las superficies en conversión desde y hacia Tierras forestales. Como fuera explicado anteriormente en este informe, estos datos (datos de actividad) provienen de la serie histórica de usos y cambios de uso de la tierra que se elaboró combinando información de estadísticas nacionales y el relevamiento realizado con el *Collect Earth*.

Los cambios de stock de carbono en biomasa fueron estimados utilizando el Método de Ganancias y Pérdidas provisto en las Directrices del IPCC de 2006, que estima la diferencia entre las ganancias de carbono en biomasa (crecimiento en biomasa de las plantaciones y del bosque nativo) y las pérdidas de carbono en biomasa (tala, recolección de leña, perturbaciones, etc.). Para las estimaciones de las ganancias (incremento anual de los stocks de carbono en biomasa) se utilizaron las ecuaciones 2.9 y 2.10 del Capítulo 2 de las Directrices del IPCC de 2006. Los datos utilizados fueron: incremento medio del volumen maderable de los árboles por hectárea y por

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

año (en adelante: IMA), factor de expansión de biomasa (en adelante: BEF por su sigla en inglés), relación parte aérea/raíz para estimar la biomasa radicular (en adelante: R) y densidad de la madera por especie (en adelante: D).

Los valores de D para las distintas especies forestales comerciales provinieron de fuentes de información nacionales (Doldán et al., 2008). En cuanto al IMA, los datos también son nacionales a partir de información calificada de la Dirección General Forestal (DGF) del MGAP y de las parcelas de los Sistemas de Apoyo a la Gestión (SAG) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Para el caso particular de las subdivisiones *Eucalyptus* y *Pinus*, los valores de IMA y D empleados corresponden a promedios ponderados a partir de los valores de D e IMA de cada una de las especies que integran cada género y considerando la superficie de cada una de esas especies (fuente: cartografía forestal oficial de la DGF).

Para el bosque nativo se utilizó un valor promedio de densidad para todas las especies que lo componen, proveniente de una combinación de fuentes para las diferentes especies: datos de bibliografía nacional<sup>33</sup> siempre que estuvieron disponibles, datos de una base de datos regional (Inti-Cetema<sup>34</sup>) y datos de una base de datos *Global Wood Density Database*<sup>35</sup>. En cuanto al IMA, los datos fueron provistos por informantes calificados de la DGF para bosque nativo en crecimiento. Como se asume que el 30% de la superficie total de bosque nativo está en crecimiento, se ponderó el valor del IMA para todo el bosque nativo contemplando dicha proporción.

Para el BEF, el R y la fracción de carbono se utilizan valores por defecto tomados de las tablas de las Directrices del IPCC de 2006.

En resumen, la estimación de incremento en los stocks de carbono en biomasa viva se realiza utilizando tanto valores nacionales como valores por defecto, lo que corresponde a un nivel 2 de reporte para este reservorio.

Para las estimaciones de las pérdidas de stocks de carbono en biomasa, se utilizaron las ecuaciones 2.12 y 2.13 de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar pérdidas de carbono por cosecha forestal y por extracción de leña. Para el caso de plantaciones forestales, se utilizaron datos nacionales obtenidos a partir del Boletín Estadístico Anual de la DGF. Si bien las pérdidas de biomasa se calculan para el 100% de la superficie de plantaciones forestales, para la asignación cuantitativa de la proporción

<sup>33</sup> Principales Maderas Indígenas del Uruguay. 1983. Departamento Forestal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Transcripción de la publicación No. 1/78 de la Dirección Forestal, Parques y Fauna del Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo, Uruguay.

<sup>34</sup> Atencia, M.E. Densidad de maderas. 2003. INTI-CETEMA. Disponible en: [https://www.inti.gub.ar/maderaymuebles/pdf/densidad\\_comun.pdf](https://www.inti.gub.ar/maderaymuebles/pdf/densidad_comun.pdf)

<sup>35</sup> Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Illic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C. and Chave, J. 2009. Global Wood Density Database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>

de cosecha a las diferentes subcategorías de Tierras forestales (en conversión y en permanencia) se contemplaron los turnos de corta de cada especie y los años donde las tierras entraron en conversión hacia Tierras forestales.

### **6.3.6. Cambios de stock de carbono en la materia orgánica muerta**

Según las Directrices del IPCC de 2006, al aplicar un método de estimación de nivel 1 se asume que las existencias no cambian a lo largo del tiempo para tierras que permanecen como tales, bajo el supuesto de que todo el carbono de la biomasa que muere por perturbaciones se libera totalmente a la atmósfera en el mismo año, lo que pone en equivalencia la transferencia de carbono a la materia orgánica muerta con la cantidad de carbono que se libera a la atmósfera por descomposición y oxidación de la misma materia orgánica muerta.

Con respecto a las tierras en conversión, las Directrices del IPCC de 2006 plantean, para el nivel 1, el supuesto de que los depósitos de materia orgánica muerta de las categorías que no son Tierras forestales equivalen a cero. También supone que para las conversiones desde Tierras forestales a otras categorías de uso de la tierra, todas las pérdidas de carbono de la materia orgánica muerta se dan en el año de la conversión, mientras que cuando el cambio de uso del suelo se da hacia Tierras forestales el aumento de los depósitos de madera muerta y hojarasca comienza desde cero y se asume que las ganancias se generan de manera lineal durante el período en el cual la tierra se considera en conversión (por defecto 20 años).

En este INGEI se cuantifican las pérdidas de carbono en hojarasca debido a los cambios de uso de la tierra desde Tierras forestales a otras categorías y las ganancias de carbono en hojarasca en las tierras en conversión hacia tierras forestales, utilizando el nivel 1 y los valores por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006.

No se estiman cambios de stock de carbono en madera muerta ya que no se cuenta con datos nacionales y las Directrices del IPCC de 2006 no brindan valores por defecto por falta de representatividad de las investigaciones existentes.

### 6.4. Emisiones de GEI en Tierras forestales

Para las estimaciones de emisiones y remociones de GEI de la categoría Tierras forestales, se utilizaron los siguientes parámetros para cada uno de los reservorios de carbono:

**TABLA 6.8** Parámetros empleados para los distintos reservorios de carbono en las estimaciones de emisiones/remociones de GEI en Tierras forestales.

	IMA	BEFI	BCEFR	D	R	CF	Gw	Bb
Biomasa viva	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>		Ton m <sup>3</sup> volumen de madera <sup>-1</sup>	Ton ms.m <sup>3</sup> fres <sup>-1</sup>	Adimensional	Ton C Ton m.s <sup>-1</sup>	Ton ms / (ha*año)	Ton ms ha <sup>-1</sup>
Bosque nativo	0.54	1.2	0.73	0.84	0.2	0.47	0.547	104.00
Desconocido Tierra Forestal	20	1.2	0.73	0.29	0.24	0.47	6.96	100.00
<i>Eucalyptus</i>	25.3	1.2	0.73	0.47	0.2	0.48	14.21	195.65
Otros bosques plantados	20	1.2	0.816	0.50	0.24	0.48	1.52	100.00
<i>Pinus</i>	24	1.1	0.61	0.38	0.24	0.51	9.576	191.52
<i>Salix</i> y <i>Populus</i>	17	1.2	0.73	0.43	0.24	0.47	8.792	175.85
<b>Materia Orgánica Muerta</b>	El stock de hojarasca es de 4,1 Ton C ha <sup>-1</sup> para <i>Pinus</i> y de 2,8 Ton C ha <sup>-1</sup> para el resto de las subdivisiones de Tierras Forestales							
<b>Materia Orgánica del suelo</b>	El valor de SOC <sub>REF</sub> es de 71,7 Ton C. ha <sup>-1</sup> para todo el territorio nacional (valor promedio). En Tierras Forestales, los valores de FLU, FMG y FI es de 1							

Acrónimos: CF, Fracción de Carbono; IMA, Incremento Medio Anual; BEFI, Factor de Expansión de Biomasa; BCEFR Factor de Expansión y Conversión de Biomasa; D, Densidad; R, Radio Biomasa Aérea/Raíz; Gw, Crecimiento promedio anual de biomasa aérea; SOCREF, Carbono del suelo de referencia; FLU, Factor de Uso de la Tierra; FMG, Factor de Manejo; FI, Factor de Input de Carbono

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes de información para cada uno de los parámetros ya fueron detalladas en el capítulo de Metodología de este informe. Las emisiones netas de la subcategoría Tierras forestales para el año 2022 fueron de -13.070 kt de CO<sub>2</sub>, de acuerdo con el detalle que se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 6.9** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras forestales, 2022.

Superficie ha	Reservorios de carbono				
	Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
2,391,023	-38,889	25,819	-13,070	-389	-477

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.4.1. Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales para el año 2022 fueron de 3.956 kt de CO<sub>2</sub>. Dichas emisiones netas se explican por el balance entre las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> por la cosecha forestal anual de las plantaciones forestales y el secuestro de carbono por el crecimiento anual de los árboles, tanto de las plantaciones forestales como del bosque nativo.

Para esta subcategoría, se asume que la transferencia de biomasa viva a materia orgánica muerta es igual a la emisión directa de materia orgánica muerta del año, por lo que no hay cambios en los stocks de carbono en este reservorio. Tampoco hay cambios en los stocks de carbono en los suelos minerales, por lo que no hay emisiones netas asociadas a la materia orgánica de los suelos minerales (carbono orgánico del suelo).

Método aplicado para las estimaciones: nivel 2 para biomasa viva (aérea y subterránea) y nivel 1 para materia orgánica muerta (madera muerta y mantillo) y materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo).

**TABLA 6.10** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras forestales que se mantienen como Tierras forestales, 2022.

Superficie ha	Reservorios de carbono				
	Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
1,671,923	-18,662	22,618	3,956		

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la biomasa viva, resulta interesante mostrar el aporte, tanto en emisiones brutas de CO<sub>2</sub> por cosecha forestal como en secuestro de carbono por crecimiento en biomasa, de las plantaciones forestales y del bosque nativo por separado. Esta información se presenta en la siguiente tabla:

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.11** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la biomasa viva de la subcategoría Tierras Forestales que permanecen como Tierras forestales, 2022.

Subdivisión	Superficie ha	Reservorio de carbono		
		Biomasa viva		
		Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Bosque nativo	985,073	NE	1,114	-1,114
Desconocido tierras forestales	15,188	NE	226	-226
<i>Eucalyptus</i>	431,157	17,906	12,940	4,966
Otros bosques plantados	67,390	Estimada en <i>Eucalyptus</i> y <i>Pinus</i>	224	-223,5
<i>Pinus</i>	111,376	5,428.5	2,473	2,955
<i>Salix</i> y <i>Populus</i>	1,897	NE	36	-35.6
<b>TOTAL</b>	<b>1,612,081</b>	<b>23,334</b>	<b>17,012</b>	<b>6,322</b>

NE: No estimada

\* Estimada en *Eucalyptus* y *Pinus*

Fuente: Elaboración propia

### 6.4.2. Tierras convertidas a Tierras forestales

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras que se convierten a Tierras forestales para el año 2022 fueron de -17.892 kt de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones netas se explican por el balance de emisiones brutas de CO<sub>2</sub> por la cosecha forestal anual de las plantaciones forestales y el secuestro de carbono por el crecimiento anual en biomasa tanto de las plantaciones forestales como del bosque nativo en Tierras de cultivo, Pastizales y Otras tierras que se convierten a Tierras forestales en el año de inventario (2022), así como por las emisiones anuales netas de la materia orgánica muerta y la materia orgánica de los suelos minerales (carbono orgánico del suelo) en Tierras que están en conversión a Tierras forestales en el período 2002-2022 (20 años).

Método aplicado para las estimaciones: nivel 2 para biomasa viva (aérea y subterránea) y nivel 1 para materia orgánica muerta (madera muerta y mantillo) y materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo).

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.12** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras que están en conversión a Tierras forestales, 2022.

Subcategoría	Superficie ha	Reservorios de carbono				
		Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
		Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
TC - TF	37,350	178.6	-1,070.8	-892.2	-19.6	-71.2
P - TF	680,850	-19,129	3,018	-16,112	-369	-405.5
H - TF	0					
A - TF	0					
OT - TF	900	-27.0	4.8	-22.2	-0.5	0
<b>TOTAL</b>	<b>719,100</b>	<b>-18,978</b>	<b>1,951</b>	<b>-17,026</b>	<b>-389</b>	<b>-477</b>

TF: Tierras Forestales; TC: Tierras de cultivo; P: Pastizales; H: Humedales; A: Asentamientos; OT: Otras tierras.  
Fuente: Elaboración propia

En el caso particular de la materia orgánica del suelo, resulta interesante observar la apertura de las diferentes subdivisiones de la subcategoría Pastizales que se convierten a Tierras forestales y de la subcategoría Tierras de cultivo que se convierten a Tierras forestales. De esta manera, se puede visualizar el aporte de cada una de esas conversiones al total de emisiones netas de este reservorio de carbono para esta subcategoría.

**TABLA 6.13** Emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo para los Pastizales en conversión a Tierras forestales, 2022.

Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Reservorios de carbono
			Materia orgánica del suelo
			Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Campo natural	Tierras forestales	615,150	-404.3
Desconocido pastizal	Tierras forestales	1,800	-1.2
Pasturas sembradas	Tierras forestales	63,900	0
	<b>TOTAL</b>	<b>680,850</b>	<b>-405.5</b>

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

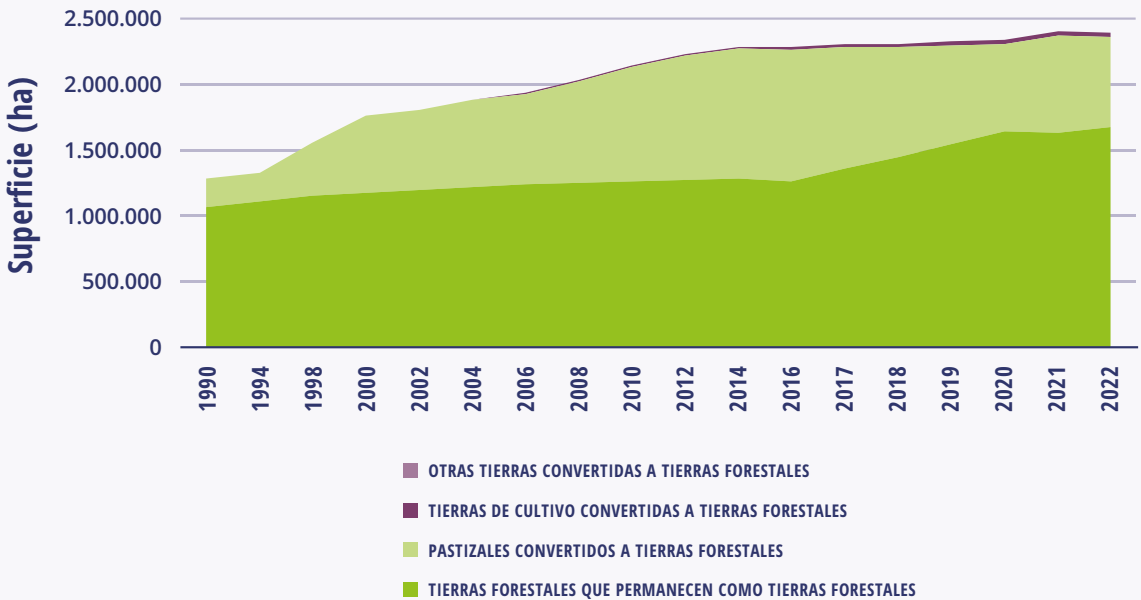
TABLA 6.14 Emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo para las Tierras de cultivo en conversión a Tierras forestales, 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Anuales	Tierras forestales	21,150	-57.4
Desconocido cultivos	Tierras forestales	900	-2.4
Perennes	Tierras forestales	900	0
Rotación arroz-pastizal	Tierras forestales	0	NO
Rotación secano-pastizal	Tierras forestales	14,400	-11.4
	TOTAL	37,350	-71.2

Fuente: Elaboración propia

6.4.3. Evolución de las emisiones en Tierras forestales

FIGURA 6.3 Evolución del área de Tierras forestales, período 1990-2022.



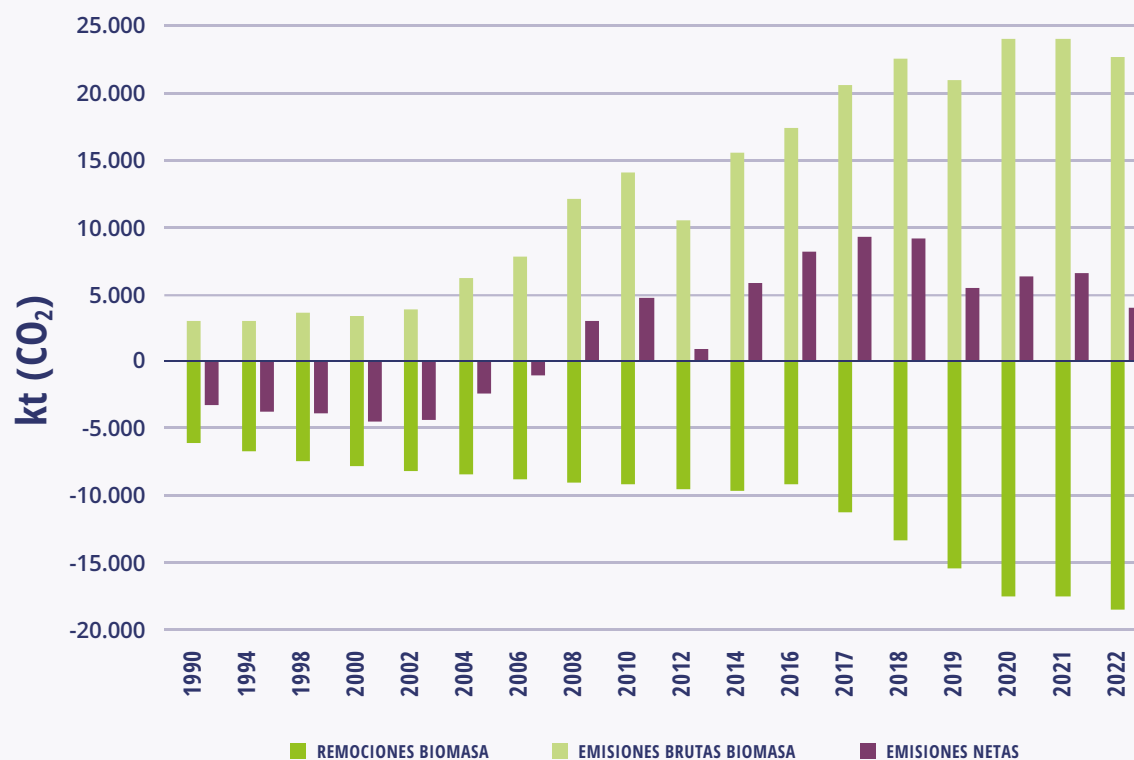
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Si bien la superficie ocupada por Tierras forestales viene aumentando sostenidamente desde el inicio de la serie temporal de INGEIs, la mayor parte de este aumento se registró en el período 1990-2016. Eso explica por qué el área de Tierras forestales que se mantienen como Tierras forestales no varió mucho en ese período y luego comenzó a aumentar al comenzar a pasar las Tierras en conversión a Tierras forestal a la subcategoría de Tierras forestales que se mantienen tales. Por otra parte, el área de Tierras en conversión a Tierras forestales, que fundamentalmente proviene de Pastizales, aumentó de manera importante en el período 1990-2016. En el último tramo de la serie se observa una estabilidad de la superficie de tierras que se convierten a tierras forestales.

### 6.4.3.1. Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales

**FIGURA 6.4** Emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub> en Tierras forestales que permanecen como Tierras forestales, período 1990-2022.



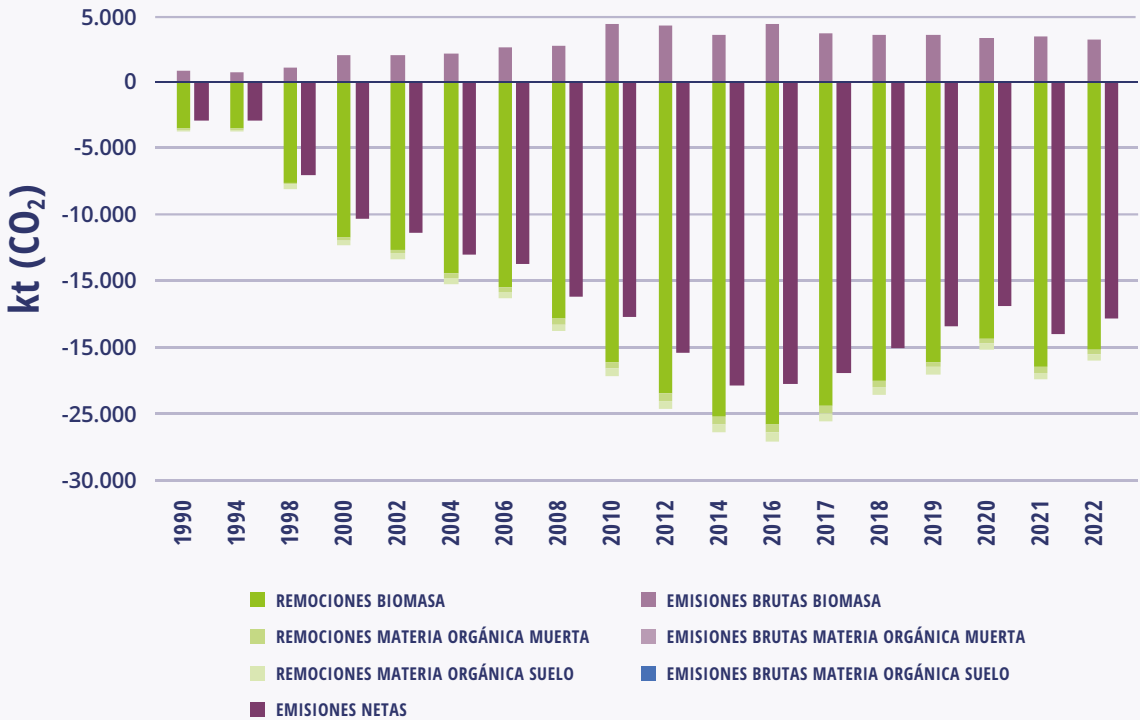
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

En la figura anterior se observa la evolución de las emisiones y remociones de esta subcategoría, que está compuesta únicamente por el reservorio biomasa viva. Esto es así porque al realizar las estimaciones con nivel 1, como es el caso para esta subcategoría, se asume que tanto la materia orgánica muerta como la materia orgánica del suelo se estabilizan luego de 20 años, con un balance entre pérdidas y ganancias igual a 0. Las emisiones brutas de biomasa viva en tierras forestales que se mantienen como Tierras forestales muestran oscilaciones asociadas a los niveles de extracción de madera en cada año, mientras que las remociones tienen un comportamiento más estable con un aumento significativo al final de la serie asociado al aumento de superficie de esta subcategoría. Las emisiones netas de la subcategoría también oscilaron asociadas a esas variaciones, pasando de emisiones netas negativas hasta el año 2006 a emisiones netas positivas en el período 2008-2022.

6.4.3.2. Tierras convertidas a Tierras forestales

FIGURA 6.5 Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub>, por reservorio de carbono, en Tierras convertidas a Tierras forestales, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

A diferencia de la subcategoría anterior, la dinámica del C en las Tierras convertidas a Tierras forestales involucra a todos los reservorios de carbono (biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo). Por lo tanto, en la figura anterior se observan remociones en los tres reservorios y emisiones brutas en la biomasa viva. Estas emisiones se deben al área de plantaciones forestales que está en conversión pero que ya comienza a ser cosechada, dado que los turnos de corta, en algunos casos, son inferiores al período de dependencia temporal de los cambios de uso de la tierra (20 años). Las remociones de biomasa se deben al crecimiento de los árboles tanto de las plantaciones como del bosque nativo.

Las remociones por materia orgánica del suelo se dan debido al aumento en los stocks de C orgánico del suelo por diferencias del contenido de carbono en equilibrio entre algunos de los usos del suelo previo a la conversión a Tierras forestales. Las remociones por cambio de stock de carbono en la materia orgánica muerta se deben a que al utilizar el método de nivel 1, para esta subcategoría, se asume que el stock inicial de materia orgánica muerta luego de una conversión es 0 y durante los 20 años de dependencia temporal se va ganando C en este reservorio, de manera lineal, hasta alcanzar el stock final. La magnitud de las emisiones netas de esta subcategoría se debe al gran aporte de C que representa el crecimiento de la biomasa de plantaciones forestales que aún no entran en régimen de cosecha.

### 6.5. Emisiones de GEI en Tierras de cultivo

Para las estimaciones de emisiones y remociones de GEI de la categoría Tierras de cultivo, se utilizaron los siguientes parámetros para cada uno de los reservorios de carbono:

**TABLA 6.15** Parámetros empleados para estimaciones de Emisiones/ remociones en Tierras de cultivo.

Materia Orgánica del suelo	$F_{LU}$	$F_{MG}$	$F_I$
Anuales	0,69	1,15	1
Perennes	1	1	1
Rotación Arroz-Pastizal	1	1	1
Rotación cultivo Secano-Pastizal	0,94	1	1
Desconocido Tierra de cultivo	0,69	1,15	1

El valor de  $SOC_{REF}$  es de 71,7 Ton C. ha<sup>-1</sup> para todo el territorio nacional (valor promedio).

Acrónimos:  $SOC_{REF}$ , Carbono del suelo de referencia;  $F_{LU}$ , Factor de Uso de la Tierra;  $F_{MG}$ , Factor de Manejo;  $F_I$ , Factor de Input de Carbono.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras de cultivo para el año 2022 fueron de 3.102 kt de CO<sub>2</sub>, de acuerdo con el detalle que se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 6.16** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras de cultivo, 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono		
	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
3,920,693	257	14	2,831

Fuente: Elaboración propia

### 6.5.1. Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo para el año 2022 fueron de 113 kt de CO<sub>2</sub>. El 100% de dichas emisiones netas corresponden a los cambios en los stocks de carbono en suelos minerales (materia orgánica del suelo).

Para esta subcategoría, al aplicar un método de nivel 1, se considera que el incremento en los stocks de biomasa herbácea en el año es igual a la pérdida de biomasa herbácea por cosecha y mortalidad en ese mismo año, por lo que no hay acumulación neta en el stock de carbono en biomasa y no hay emisiones netas asociadas a este reservorio. Asimismo, no se estima el incremento anual y la pérdida anual de biomasa leñosa en cultivos perennes por no contar con la información necesaria para hacerlo. Para el caso de la materia orgánica muerta, el método de nivel 1 asume que no hay stocks de madera muerta ni mantillo en Tierras de cultivo o que están en equilibrio, por lo que no es necesario estimar los cambios en los stocks de carbono en dichos reservorios.

**TABLA 6.17** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo, 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono		
	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
1,792,193	NE		113.1

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Método aplicado para las estimaciones: nivel 1 para todos los reservorios de carbono (biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la materia orgánica del suelo en esta subcategoría se deben a cambios entre subdivisiones dentro de las propias Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo (ej. Anuales que se convierten a Rotación arroz-pastizal). En esos casos siguen siendo Tierras de cultivo que se mantienen como tales, pero cambian de subdivisión y eso implica, en algunos casos, cambios en los stocks de carbono de los suelos porque los factores de cambio de stock aplicados para cada subdivisión son diferentes.

De las 1.792.193 ha que forman parte de esta subcategoría, 412.650 ha están en conversión entre subdivisiones de Tierras de cultivo y en esas conversiones es donde se dan las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo.

A continuación, se presenta una tabla que resume las emisiones netas de CO<sub>2</sub> por los cambios en los stocks de carbono en suelos minerales asociadas a esos cambios de subdivisión dentro de la subcategoría Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo.

**TABLA 6.18** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) provenientes de los cambios entre subdivisiones de la subcategoría Tierras de cultivo que se mantienen como Tierras de cultivo, 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Anuales	Perennes	900	-2.4
Anuales	Rotación arroz pastizal	6,300	-17.1
Anuales	Rotación Secano-Pastizal	160,650	-309.4
Desconocido	Rotación Secano-Pastizal	900	-1.7
Perennes	Anuales	3,150	8.6
Perennes	Rotación Secano-Pastizal	2,700	2.1
Rotación arroz pastizal	Anuales	9,000	24.4
Rotación arroz pastizal	Rotación Secano-Pastizal	8,100	6.4
Rotación Secano-Pastizal	Anuales	212,400	409.0
Rotación Secano-Pastizal	Rotación arroz pastizal	8,100	-6.4
Rotación Secano-Pastizal	Perennes	450	-0.4
	<b>TOTAL</b>	<b>412,650</b>	<b>113.1</b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.5.2. Tierras que se convierten a Tierras de cultivo

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras que se convierten a Tierras de cultivo para el año 2022 fueron de 2.989 kt de CO<sub>2</sub>.

Al igual que en el caso de las Tierras de cultivo que se mantienen como Tierras de cultivo, el 91% de las emisiones netas de esta subcategoría corresponden a los cambios en los stocks de carbono en suelos minerales (materia orgánica del suelo). El 9% restante se debe a cambios en los stocks de carbono en la biomasa viva y en la materia orgánica muerta debido a la conversión de Tierras forestales a Tierras de cultivo. Método aplicado para las estimaciones: nivel 1 para todos los reservorios de carbono (biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo).

En la tabla que se presenta a continuación, se puede observar el aporte a las emisiones de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo asociadas a las diferentes conversiones de Tierras a Tierras de cultivo.

**TABLA 6.19** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo de las Tierras que están en conversión a Tierras de cultivo, 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Tierras forestales	Tierras de cultivo	13,950	25.3
Pastizales	Tierras de cultivo	2,114,550	2,693
Humedales	Tierras de cultivo	NO	NO
Asentamientos	Tierras de cultivo	0	0
Otras tierras	Tierras de cultivo	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>2,128,500</b>	<b>2,718</b>

Fuente: Elaboración propia

Resulta particularmente interesante mostrar la apertura de los Pastizales que se convierten a Tierras de cultivo, ya que son las conversiones mayoritarias dentro de esta subcategoría y, por ende, son las que aportan el mayor peso relativo a las emisiones netas de CO<sub>2</sub>. En la siguiente tabla se muestra esta apertura.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.20** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) de los Pastizales que están en conversión a Tierras de cultivo, 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Campo natural	Anuales	423,450	871.1
Campo natural	Desconocido cultivos	3,600	7.4
Campo natural	Perennes	27,000	-17.7
Campo natural	Rotación arroz-pastizal	100,350	-66.0
Campo natural	Rotación secano-pastizal	446,400	58.7
Desconocido pastizal	Anuales	5,400	11.1
Desconocido pastizal	Perennes	2,700	-1.8
Desconocido pastizal	Rotación arroz-pastizal	3,600	-2.4
Desconocido pastizal	Rotación secano-pastizal	8,100	1.1
Pasturas no naturales	Anuales	556,650	1,511
Pasturas no naturales	Desconocido cultivos	900	2.4
Pasturas no naturales	Perennes	12,600	0
Pasturas no naturales	Rotación arroz-pastizal	121,050	0
Pasturas no naturales	Rotación secano-pastizal	402,750	317.6
TOTAL		2,114,550	2,693

Fuente: Elaboración propia

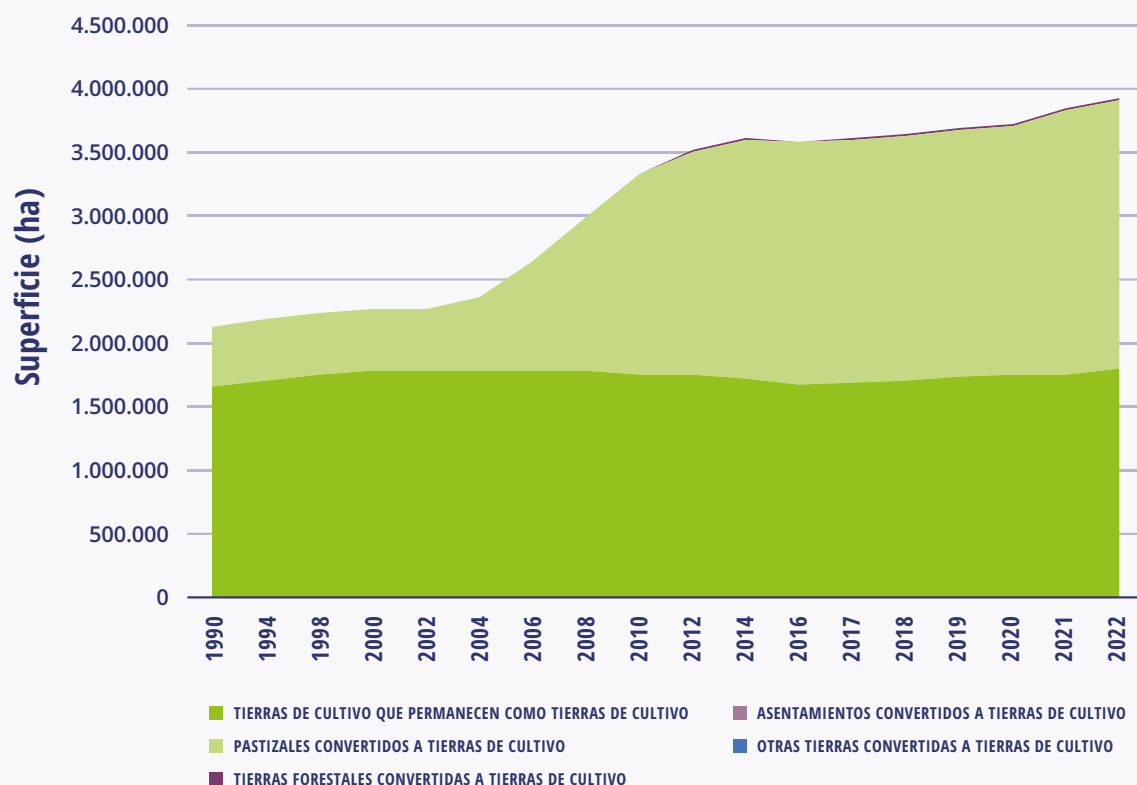
La mayor proporción de los cambios fueron hacia Anuales y hacia Rotación secano-pastizal (47 y 41% respectivamente). Las tierras ocupadas con agricultura continua (Anuales) son las que presentan valores más bajos de stock de carbono del suelo en equilibrio, por lo que todas las conversiones de Pastizales (todas las subdivisiones) hacia Anuales generan pérdidas en los stocks de carbono en la materia orgánica del suelo y, por ende, emisiones del carbono orgánico del suelo.

El stock de carbono del suelo en equilibrio en las rotaciones secano-pastizal es intermedio entre las tierras bajo agricultura continua y las tierras con cultivos perennes y bajo rotaciones arroz-pastizal. Es por ello que se dan pérdidas en los stocks de carbono en la materia orgánica del suelo también en las conversiones de Pastizales hacia esas tierras, pero son menores que en el caso de los cambios hacia Anuales. En los cambios de Pastizales (Campo natural) hacia Rotación arroz-pastizal y Perennes se dan ganancias en los stocks de carbono en la materia orgánica del suelo y, por ende, remociones de CO<sub>2</sub>.



### 6.5.3. Evolución de las emisiones en Tierras de cultivo

FIGURA 6.6 Evolución de la superficie ocupada por Tierras de cultivo, discriminada por subcategoría, período 1990-2022.



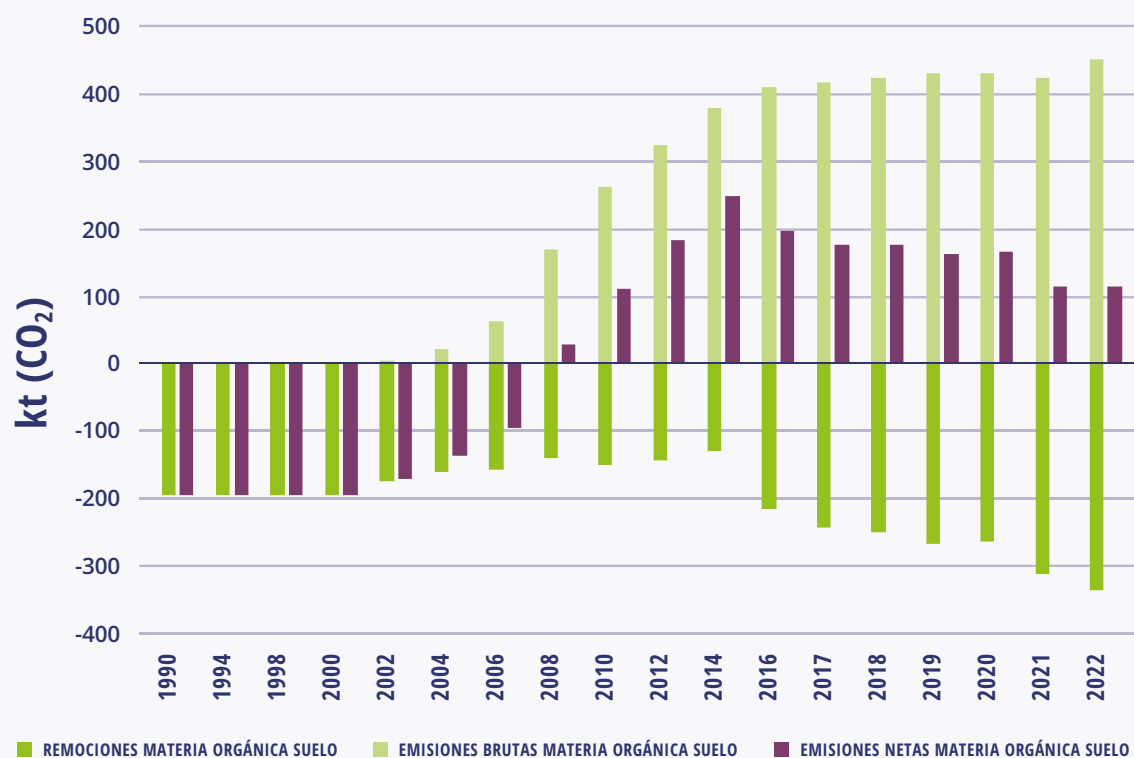
Fuente: Elaboración propia

La superficie ocupada por Tierras de cultivo aumentó significativamente en el período 2002-2014 asociado al boom de la agricultura, incrementándose el área de Tierras en conversión a Tierras de cultivo en ese período. Esa conversión provino fundamentalmente de Pastizales. A partir de 2014 el aumento fue mucho menor. La superficie de Tierras de cultivos que permanecen como Tierras de cultivo se mantuvo relativamente estable durante todo el período.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.5.3.1. Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo

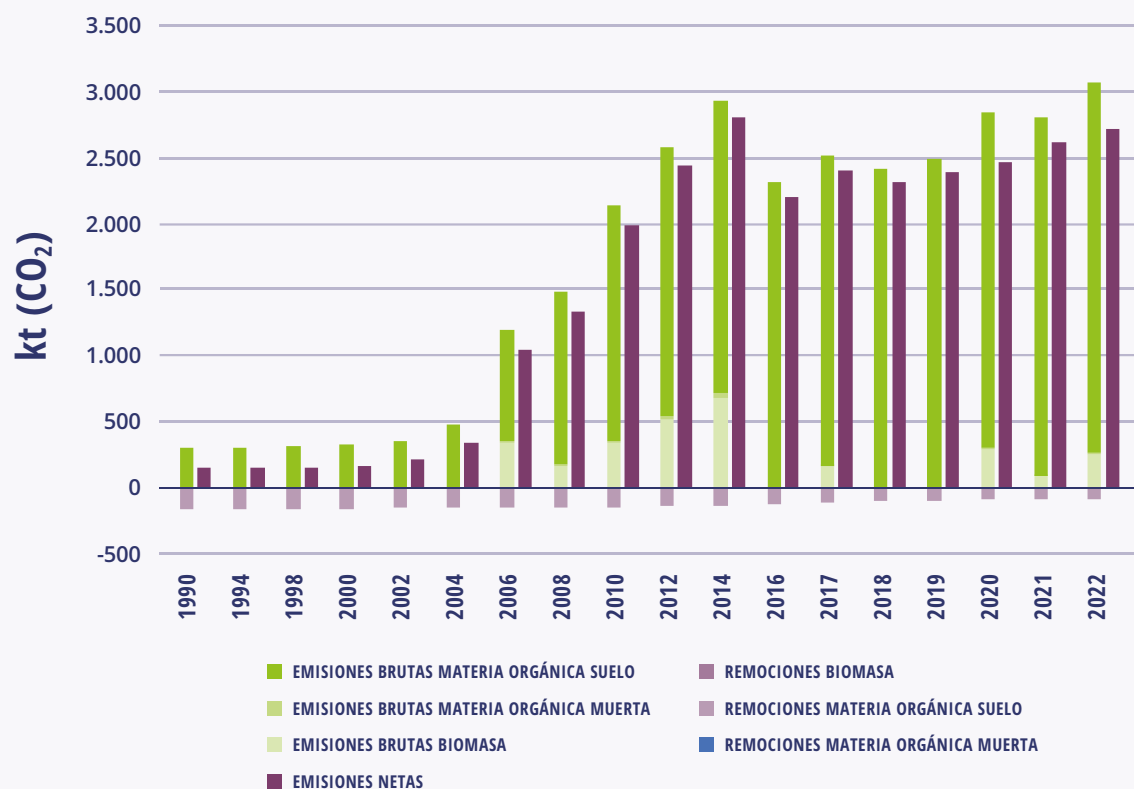
**FIGURA 6.7** Evolución de emisiones brutas, remociones y emisiones netas en Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

Como ya fuera mencionado anteriormente, las emisiones y remociones de esta subcategoría se deben a cambios de subdivisiones dentro de Tierras de cultivo que permanecen como Tierras de cultivo pero que tienen distinto stock de carbono en equilibrio, por lo tanto, estos cambios generan pérdidas o ganancias dependiendo del uso inicial y final de cada conversión (subdivisión inicial y subdivisión final). Las subdivisiones de esta subcategoría que tienen mayor stock de C del suelo en equilibrio son las Rotaciones arroz-pastizal, los cultivos Perennes (Frutales, viñedos, etc) y las Rotaciones cultivo de secano-pastizal, mientras que las tierras ocupadas con agricultura continua (Anuales) son las que presentan valores más bajos de stock de C del suelo en equilibrio. Por lo tanto, aquellas conversiones que tienen como uso final (subdivisión final) Anuales, son las que explican en mayor medida las emisiones brutas, mientras que los cambios que suceden desde Anuales al resto de las subdivisiones son, en mayor medida, los responsables de las remociones de CO<sub>2</sub>. Como se observa en la **Tabla 6.20**, estas conversiones están dadas, principalmente, por cambios de otras subdivisiones hacia Anuales, lo que determina que esta subcategoría presente emisiones netas en los últimos años.

## 6.5.3.2. Tierras que se convierten a Tierras de cultivo

**FIGURA 6.8** Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub> por reservorio de carbono, en Tierras convertidas a Tierras de cultivo, período 1990-2022.

Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra la evolución de las emisiones y remociones de los diferentes reservorios afectados por los cambios de Tierras hacia Tierras de cultivo. En este INGEI se estimaron, tal como sugieren las Directrices del IPCC de 2006 para el método de nivel 1, emisiones de biomasa viva y materia orgánica muerta únicamente para las Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo. Las emisiones y remociones por cambios de stock de C de la materia orgánica del suelo fueron estimadas para todas las conversiones hacia Tierras de cultivo. Mientras que para las emisiones y remociones de la materia orgánica del suelo por cambio de uso de la tierra se asume un período de dependencia temporal de 20 años, para las emisiones asociadas al cambio de stock de C en biomasa viva y materia orgánica muerta, se asume que éstas se dan de manera instantánea durante el período de inventario en el cual ocurrió el cambio de uso. De esta manera, al observar las emisiones y remociones asociadas al reservorio materia orgánica del suelo, se puede ver el efecto acumulado de la superficie convertida a Tierras de cultivo ocurridos en los últimos 20 años, al tiempo

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

que las emisiones de biomasa viva y materia orgánica muerta corresponden al área de Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo en cada período de inventario.

El crecimiento de la superficie de Tierras de cultivo que se muestra en la figura 6.6 se debe principalmente a los cambios de Pastizales hacia Anuales y hacia Rotaciones cultivo de secano-pastizal (Tabla 6.20). Las emisiones asociadas a cada una de dichas conversiones son muy diferentes ya que las rotaciones cultivo de secano-pastizal tienen un contenido de C en la materia orgánica del suelo similar a los Pastizales, por lo tanto, la disminución del stock de C es mucho menor que en las conversiones de Pastizales hacia Anuales.

### 6.6. Emisiones de GEI en Pastizales

Para las estimaciones de emisiones y remociones de GEI de la categoría Pastizales, se utilizaron los siguientes parámetros para cada uno de los reservorios de carbono:

**TABLA 6.21** Parámetros empleados para estimación de emisiones/ remociones en Pastizales.

Materia Orgánica del suelo	$F_{LU}$	$F_{MG}$	$F_I$
Campo natural	1	0,95	1
P. sembradas y C. regeneración	1	1	1
Desconocido pastizales	1	0,95	1

El valor de  $SOC_{REF}$  es de 71,7 Ton C. ha<sup>-1</sup> para todo el territorio nacional (valor promedio).

Acrónimos:  $SOC_{REF}$ , Carbono del suelo de referencia;  $F_{LU}$ , Factor de Uso de la Tierra;  $F_{MG}$ , Factor de Manejo;  $F_I$ , Factor de Input de Carbono.

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones netas de la subcategoría Pastizales para el año 2022 fueron de 735 kt de CO<sub>2</sub>, de acuerdo al detalle que se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 6.22** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Pastizales, 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono				
	Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
10,093,850	2,057	0	2,057	82.8	-1,404

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.6.1. Pastizales que se mantienen como Pastizales

Las emisiones netas de la subcategoría Pastizales que permanecen como Pastizales para el año 2022 fueron de -380,6 kt de CO<sub>2</sub>. El 100% de dichas emisiones netas corresponden a los cambios en los stocks de carbono en suelos minerales (materia orgánica del suelo), como se puede observar en el siguiente cuadro:

**TABLA 6.23** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Pastizales que permanecen como Pastizales para el año 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono		
	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>
9,419,750			-380.6

Fuente: Elaboración propia

Método aplicado para las estimaciones: nivel 1 para todos los reservorios de carbono (biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la materia orgánica del suelo en esta subcategoría se deben a cambios entre subdivisiones dentro de los propios Pastizales (ej. Campo natural que se convierte a Pasturas no naturales). Lo que sucede en esos casos es un cambio de subdivisión dentro de Pastizales que se mantienen como Pastizales lo que implica, en algunos casos, cambios en los stocks de carbono en la materia orgánica de los suelos y, por ende, emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> del carbono orgánico de dichos suelos.

De las 9.419.750 ha que forman parte de esta subcategoría, 593.550 ha están en conversión entre subdivisiones de Pastizales y es donde se dan las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo.

A continuación, se presenta una tabla que resume las emisiones netas de CO<sub>2</sub> por los cambios en los stocks de carbono en suelos minerales asociadas a esos cambios de subdivisión dentro de la subcategoría Pastizales que permanecen como Pastizales.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.24** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) provenientes de los cambios entre subdivisiones de la subcategoría Pastizales que se mantienen como Pastizales, año 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>
Campo natural	Pasturas no naturales	581,850	-382.4
Desconocido pastizal	Pasturas no naturales	4,500	-3.0
Pasturas no naturales	Campo natural	7,200	4.7
	<b>TOTAL</b>	<b>593,550</b>	<b>-380.6</b>

Fuente: Elaboración propia

La mayor proporción de los cambios de subdivisión fueron de Campo natural hacia Pasturas no naturales (98%).

### 6.6.2. Tierras que se convierten a Pastizales

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras que se convierten a Pastizales para el año 2022 fueron de 1.116 kt de CO<sub>2</sub>. En esta categoría se contabilizan emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> para los tres reservorios de carbono (biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo), de acuerdo con el detalle que se presenta a continuación:

**TABLA 6.25** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras que se convierten a Pastizales en el año 2022.

Reservorio de carbono					
Superficie ha	Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
674,100	2,057	0	2,057	82.8	-1,024

Fuente: Elaboración propia

Método aplicado para las estimaciones: nivel 2 para biomasa viva y nivel 1 para la materia orgánica muerta y la materia orgánica del suelo.

En el cuadro que se presenta a continuación, se puede observar el aporte a las emisiones de CO<sub>2</sub> de las diferentes conversiones de esta subcategoría.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.26** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras que están en conversión a Pastizales, año 2022.

Subcategoría	Superficie ha	Reservorios de carbono				
		Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
		Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
TF - P*	74,700	2,057	0	2,057	83	11.2
TC - P	592,200	NE	NE	NE		-1,036
H - P	0	NO	NO	NO	NO	NO
A - P	2,700					1.2
OT - P	4,500					0
<b>TOTAL</b>	<b>674,100</b>	<b>2,057</b>	<b>0</b>	<b>2,057</b>	<b>82.8</b>	<b>-1,023.8</b>

TF: Tierras Forestales; TC: Tierras de cultivo; P: Pastizales; H: Humedales; A: Asentamientos; OT: Otras tierras.

NO: No ocurren; NE: No estimada

\* Es importante aclarar que 74.700 ha son las hectáreas en conversión de Tierras forestales a Pastizales en el período 2002-2022 (20 años). Para la estimación de las emisiones por deforestación (biomasa viva) se considera que la emisión de CO<sub>2</sub> se da instantáneamente en el año en que ocurre la corta, por lo que el dato de actividad corresponde al área anual de cambio de Tierras forestales a Pastizales que en este caso es 7.650 ha. Lo mismo sucede con la emisión de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica muerta en el caso de TF-P. Sin embargo, para la estimación de emisiones de la materia orgánica del suelo se consideran las superficies que están en conversión en un período de 20 años (2002 - 2022).

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la tabla anterior, las emisiones netas de biomasa viva y de materia orgánica muerta se deben únicamente a las conversiones de Tierras forestales a Pastizales. No se estiman las emisiones por pérdida de biomasa leñosa en cultivos Perennes que se convierten a Pastizales. En el caso de las emisiones netas de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo), los resultados varían dependiendo de la conversión de que se trate.

Resulta particularmente interesante mostrar la apertura de las Tierras de cultivo que se convierten a Pastizales. En el siguiente cuadro se muestra esta apertura.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

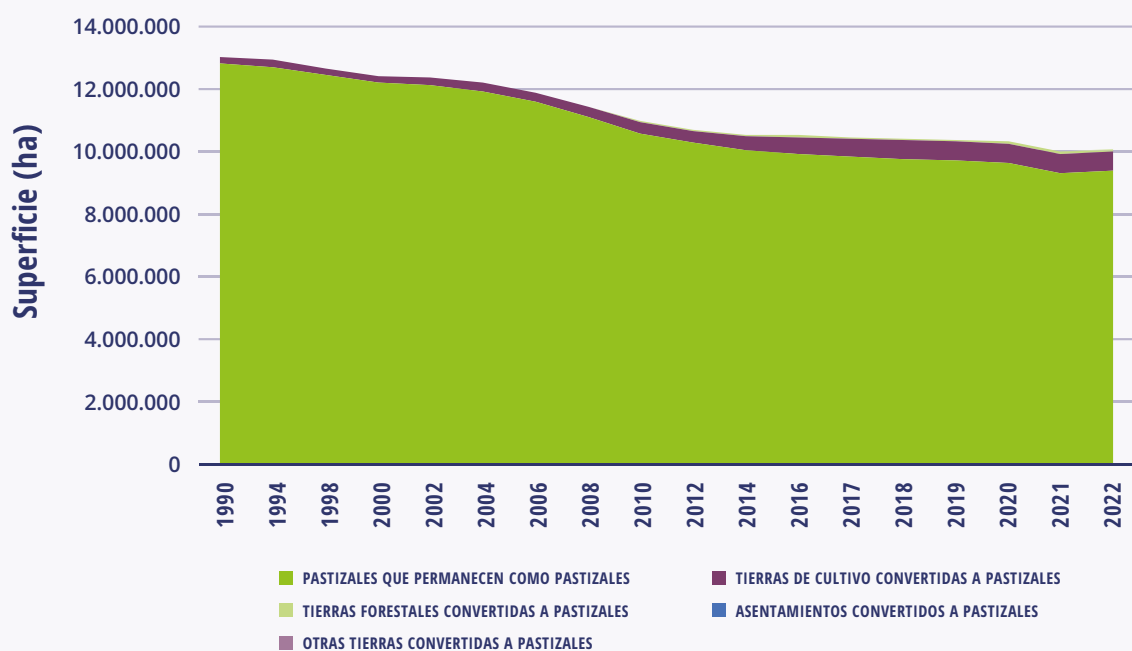
**TABLA 6.27** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) de las Tierras de cultivo que están en conversión a Pastizales, 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>
Anuales	Campo natural	3,600	-7.4
Anuales	Desconocido pastizales	900	-1.9
Anuales	Pasturas no naturales	347,850	-944.2
Desconocido cultivos	Pasturas no naturales	5,400	-14.7
Perennes	Desconocido pastizales	1,800	1.2
Perennes	Pasturas no naturales	14,850	0.0
Rotación arroz-pastizal	Campo natural	4,500	3.0
Rotación arroz-pastizal	Pasturas no naturales	120,600	0
Rotación secano-pastizal	Campo natural	1,350	-0.2
Rotación secano-pastizal	Pasturas no naturales	91,350	-72.0
	TOTAL	592,200	-1,036

Fuente: Elaboración propia

### 6.6.3. Evolución de las emisiones en Pastizales

**FIGURA 6.9** Evolución de la superficie ocupada por Pastizales, discriminado por subcategoría, período 1990-2022.



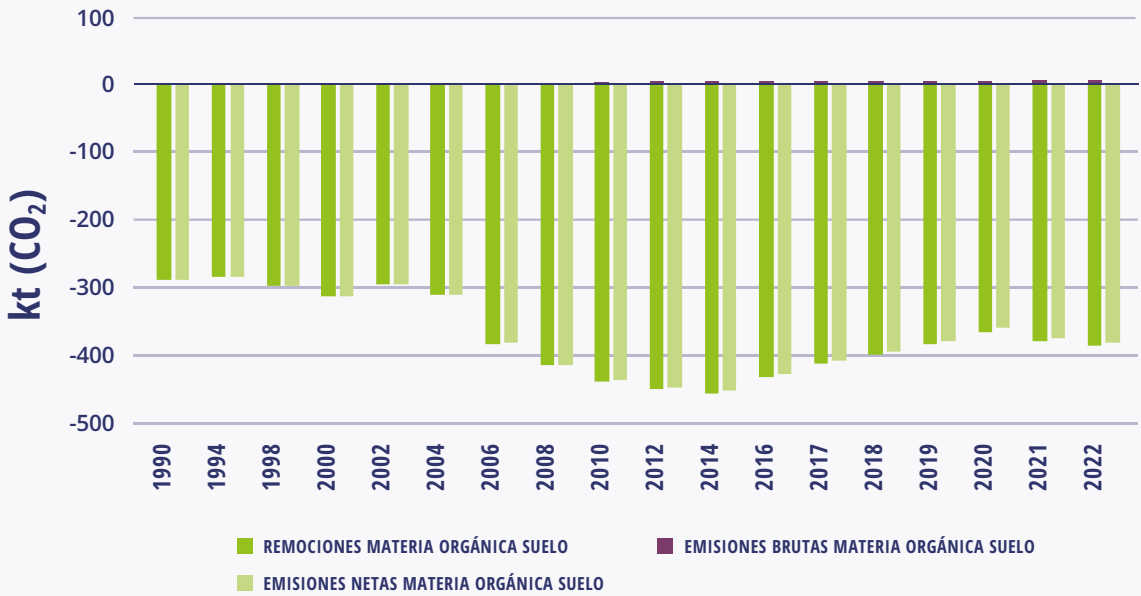
Fuente: Elaboración propia



La superficie ocupada por Pastizales disminuyó durante todo el período 1990-2022 asociado a la conversión a Tierras de cultivo y Tierras forestales, reducción que fue más significativa en el período 1990-2014. En los últimos años del período aumentó la conversión de Tierras de cultivo a Pastizales (mayoritariamente a Pasturas no naturales).

6.6.3.1. Pastizales que se mantienen como Pastizales

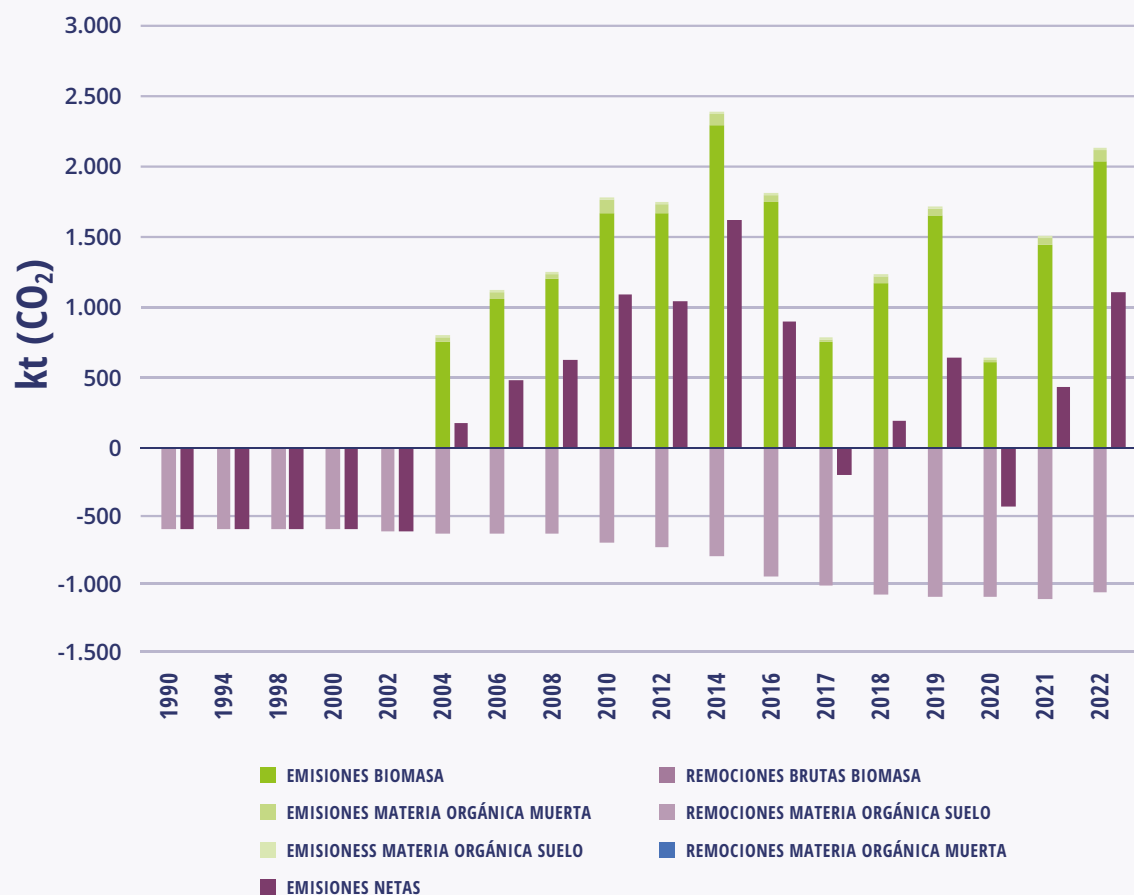
FIGURA 6.10 Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub> de Pastizales que permanecen como Pastizales, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia.

Las remociones de esta subcategoría se deben a cambios de uso entre las distintas subdivisiones.

## 6.6.3.2. Tierras que se convierten a Pastizales

**FIGURA 6.11** Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub>, por reservorio de carbono, en Tierras convertidas a Pastizales, período 1990-2022.

Fuente: Elaboración propia

Como se explicó en el capítulo Evolución de las emisiones de Tierras convertidas a Tierras de cultivo, las emisiones de los reservorios biomasa viva y materia orgánica muerta se estimaron únicamente para los cambios de Tierras forestales a Pastizales, bajo el supuesto de que todas las emisiones se dan dentro del período de inventario en el cual se dan dichas conversiones. Para esta subcategoría, estas emisiones son significativas en el período 2004-2022, provocando emisiones netas en un gran número de años de ese período, inclusive a pesar de las remociones asociadas al aumento de stock de C en suelos producto de las conversiones de Tierras de cultivo a Pastizales.

### 6.7. Emisiones de GEI en Humedales

Se considera que el 100% de la superficie de Humedales en el año 2022 está en la categoría de Humedales que se mantienen como Humedales. Dicha superficie se mantuvo incambiada durante todo el período 1990 – 2022.

*Dicha superficie se distribuye de la siguiente manera:*

- Bañado: 355.114 ha
- Desconocido humedales: 1.026 ha
- Humedal costero: 13.342 ha
- Represa: 124.187 ha
- Humedales no gestionados: 247.348 ha

Como ya fuera mencionado anteriormente en este informe, no se cuenta con información suficiente como para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en esta subcategoría de uso de la tierra.

### 6.8. Emisiones de GEI en Asentamientos

**TABLA 6.28** Parámetros empleados para estimación de emisiones / remociones en Asentamientos.

Reservorio de carbono
El valor de SOC <sub>REF</sub> es de 71,7 Ton C. ha-1 para todo el territorio nacional (valor promedio) Los valores de F <sub>LU</sub> , F <sub>MG</sub> y F <sub>I</sub> son 1

Acrónimos: SOC<sub>REF</sub>, Carbono del suelo de referencia; F<sub>LU</sub>, Factor de Uso de la Tierra; F<sub>MG</sub>, Factor de Manejo; F<sub>I</sub>, Factor de Input de Carbono  
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones netas de la subcategoría Asentamientos para el año 2022 fueron de 145 kt de CO<sub>2</sub>, de acuerdo al detalle que se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 6.29** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Asentamientos, 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono				
	Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
366,167	161	0	161	5	-20.6

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.8.1. Asentamientos que se mantienen como Asentamientos

No se registran emisiones para esta subcategoría. Si bien hay cambios de subdivisión dentro de la subcategoría, los factores de cambio de stock de carbono orgánico del suelo son los mismos para todas las subdivisiones, lo que implica que no hay emisiones netas de la materia orgánica del suelo en ninguna de esas situaciones. Las emisiones netas de la subcategoría Asentamientos que permanecen como Asentamientos para el año 2022 se presentan en la siguiente tabla:

**TABLA 6.30** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Asentamientos que se mantienen como Asentamientos, 2022.

Superficie ha	Reservorio de carbono		
	Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>
322.517			0

Fuente: Elaboración propia

*La superficie de Asentamientos que se mantienen como Asentamientos se distribuye de la siguiente manera:*

- Área urbana: 113.000 ha
- Desconocido asentamientos: 5.084 ha
- Infraestructura: 198.173 ha
- Minería: 6.260 ha

Método aplicado para las estimaciones: nivel 1.

### 6.8.2. Tierras que se convierten a Asentamientos

Las emisiones netas de la subcategoría Tierras que se convierten a Asentamientos para el año 2022 se presentan en la siguiente tabla:

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.31** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras que están en conversión a Asentamientos, año 2022.

Subcategoría	Superficie ha	Reservorios de carbono				
		Biomasa viva			Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
		Emisiones por deforestación/ cosecha/ mortalidad kt CO <sub>2</sub>	Remociones por crecimiento kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
TF - A*	4,050	161	0	161	5	0
TC - A	6,300	NE	NE	NE		-7.0
P - A	33,300					-13.6
H - A	NO	NO	NO	NO	NO	NO
OT - A	NO					NO
<b>TOTAL</b>	<b>43,650</b>	<b>161</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>5</b>	<b>-20.6</b>

TF: Tierras Forestales; TC: Tierras de cultivo; P: Pastizales; H: Humedales; A: Asentamientos; OT: Otras tierras.

NO: No ocurren; NE: No estimada

\* Es importante aclarar que 4.050 ha son las hectáreas en conversión de Tierras forestales a Asentamientos en el período 2002 - 2022 (20 años).

Fuente: Elaboración propia

Método aplicado: nivel 2 para biomasa viva y nivel 1 para la materia orgánica muerta y la materia orgánica del suelo.

Si bien las magnitudes de emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo no son significativas, en las tablas que se presentan a continuación se muestran las subcategorías de Tierras de cultivo y Pastizales que se convierten a Asentamientos de manera desagregada.

**TABLA 6.32** Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) de las Tierras de cultivo convertidas a Asentamientos, año 2022.

Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
			Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
Anuales	Infraestructura	1,800	-4.9
Perennes	Infraestructura	1,800	0
Rotación secano-pastizal	Infraestructura	2,700	-2.1
	<b>TOTAL</b>	<b>6,300</b>	<b>-7.0</b>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Como se puede observar en el cuadro anterior, el 100% de las conversiones de Tierras de cultivo a Asentamientos se da hacia la subdivisión Infraestructura.

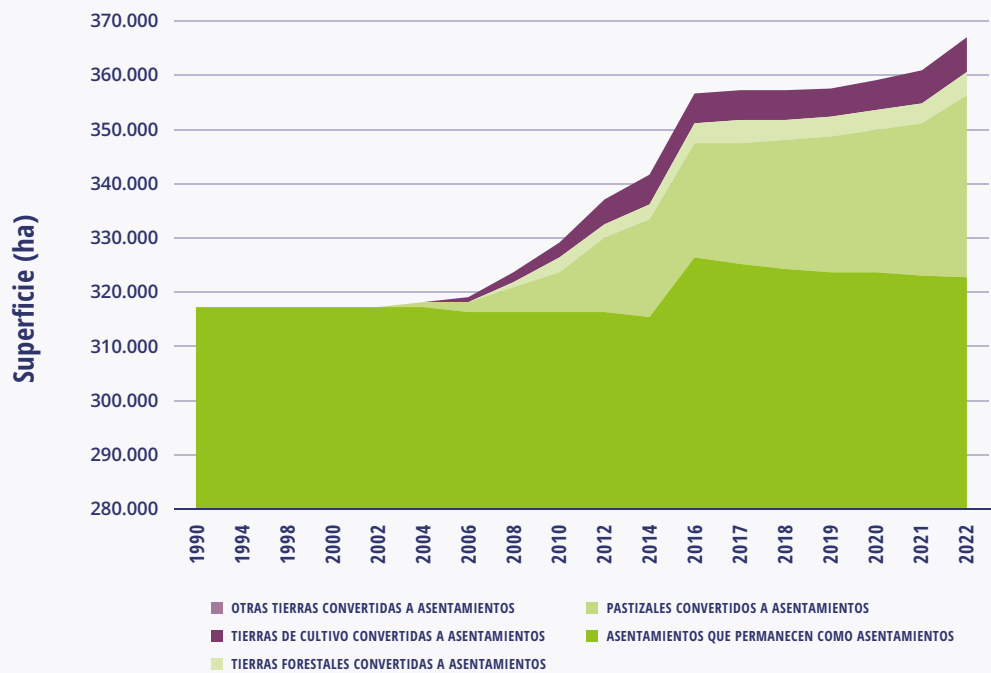
TABLA 6.33 Resumen de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) de Pastizales convertidos a Asentamientos, año 2022.

			Reservorio de carbono
			Materia orgánica del suelo
Uso inicial	Uso final	Superficie ha	Emisiones kt CO <sub>2</sub>
Campo natural	Área urbana	7,200	-4.7
Campo natural	Infraestructura	10,350	-6.8
Campo natural	Minería	3,150	-2.1
Pasturas no naturales	Área urbana	1,800	0.0
Pasturas no naturales	Infraestructura	9,000	0.0
Pasturas no naturales	Minería	1,800	0.0
TOTAL		33,300	-13.6

Fuente: Elaboración propia

6.8.3. Evolución de las emisiones en Asentamientos

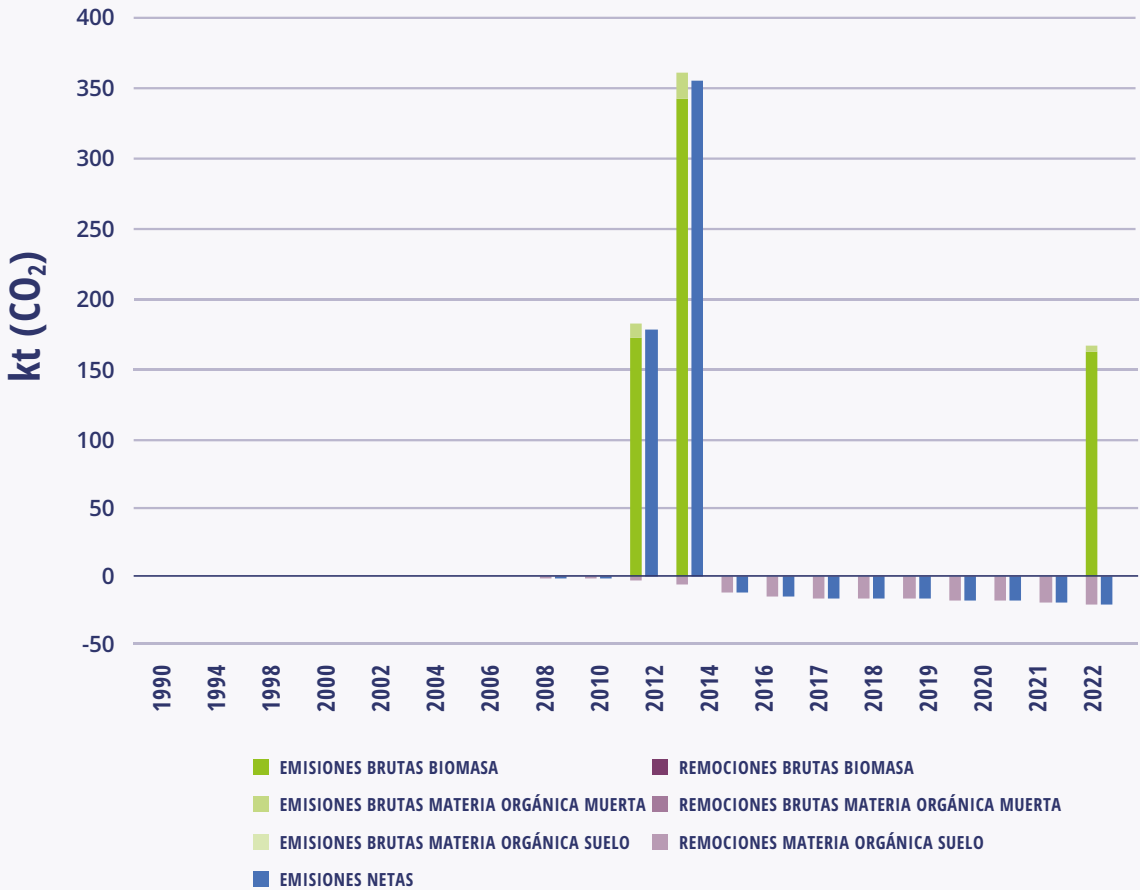
FIGURA 6.12 Evolución de la superficie ocupada por Asentamientos, discriminado por subcategoría, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

FIGURA 6.13 Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub>, por reservorio de carbono, en Tierras convertidas a Asentamientos, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

6.9. Emisiones de GEI en Otras tierras

TABLA 6.34 Parámetros empleados para estimaciones de emisiones / remociones en Otras Tierras.

Materia Orgánica del suelo
El valor de SOC <sub>REF</sub> es de 71,7 Ton C. ha-1 para todo el territorio nacional (valor promedio) Los valores de F <sub>LU</sub> , F <sub>MG</sub> y F <sub>I</sub> son 1

Acrónimos: SOC<sub>REF</sub> Carbono del suelo de referencia; F<sub>LU</sub>, Factor de Uso de la Tierra; F<sub>MG</sub>, Factor de Manejo; F<sub>I</sub>, Factor de Input de Carbono  
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones netas de la subcategoría Otras tierras para el año 2022 fueron de 887 kt de CO<sub>2</sub>, que corresponden a las emisiones por cosecha de biomasa viva por la conversión de Tierras forestales a Otras tierras, y a las emisiones netas de la materia orgánica del suelo (carbono orgánico del suelo) por cambio de uso del suelo para la subcategoría de Tierras convertidas a Otras tierras.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.35** Resumen de las emisiones / remociones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría Tierras que están en conversión a Otras tierras, año 2022.

Subcategoría	Superficie ha	Reservorios de carbono		
		Biomasa viva	Materia orgánica muerta	Materia orgánica del suelo
		Emisiones por cosecha kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>	Emisiones netas kt CO <sub>2</sub>
TF - OT	3,600	889.56	0	0
TC - OT	900			0
P - OT	10,350	0		-2.7
H - OT	NO	NO	NO	NO
A - OT	NO	NO	NO	NO
<b>TOTAL</b>	<b>14,850</b>	<b>890</b>	<b>0</b>	<b>-2.7</b>

TF: Tierras Forestales; TC: Tierras de cultivo; P: Pastizales; H: Humedales; A: Asentamientos; OT: Otras tierras.  
NO: No ocurre

Fuente: Elaboración propia

Método aplicado para las estimaciones: nivel 1.

En relación a las Tierras de cultivo convertidas a Otras tierras, las 900 ha corresponden a superficie de cultivos Perennes que se convierten a Tierra desnuda.

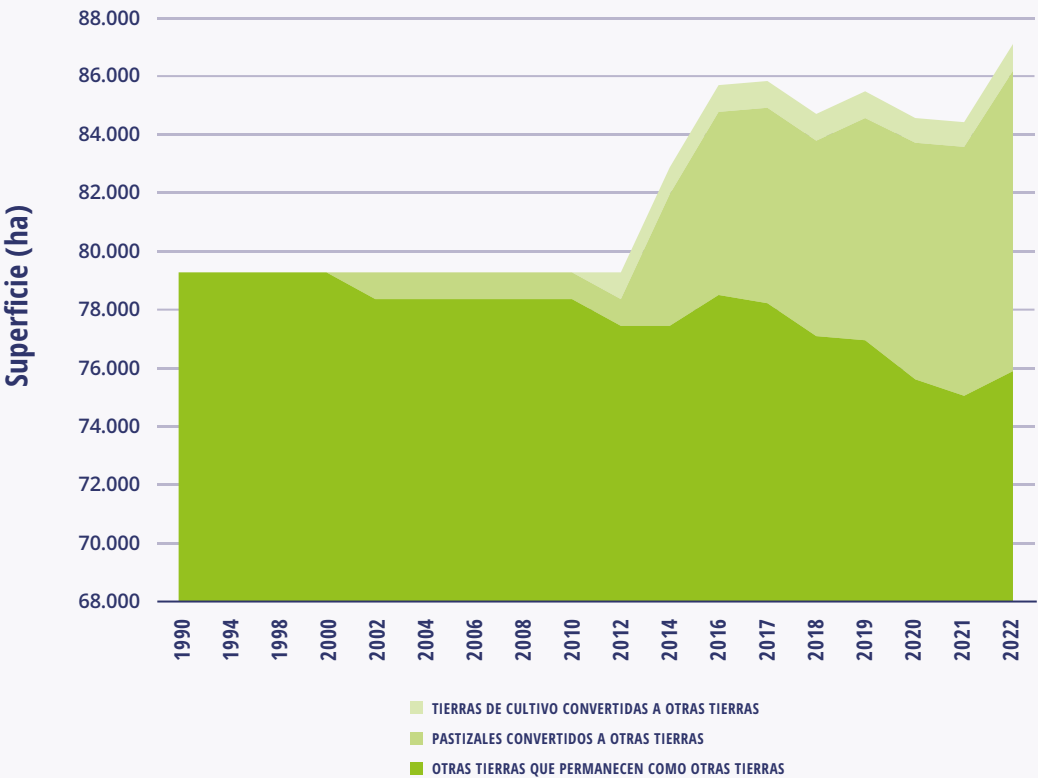
En el caso de los Pastizales convertidos a Otras tierras, 4.050 ha corresponden a conversiones de Campo natural, y las restantes 6.300 ha a conversiones de pasturas no naturales a Tierra desnuda. De las 4.050 ha de Campo natural convertidas a Otras tierras, 2.250 ha fueron hacia Tierra desnuda, 900 ha hacia Dunas y las restantes 900 ha hacia Rocas. En el caso de las Pasturas no naturales, el 100% de la superficie se convirtió hacia Tierra desnuda (6.300 ha).

Las emisiones netas de CO<sub>2</sub> de la materia orgánica del suelo de la subcategoría corresponden 100% a emisiones provenientes de las conversiones de campo natural hacia las diferentes subdivisiones de Otras tierras. No hay emisiones de la materia orgánica del suelo en las conversiones de Pasturas no naturales a Otras tierras porque los factores de cambio de stock de carbono del suelo son iguales.



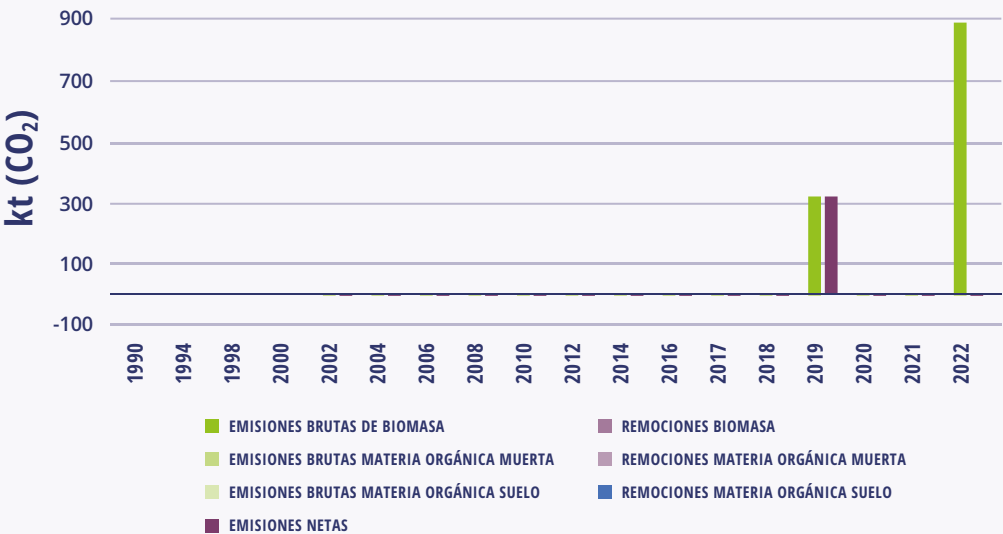
6.9.1. Evolución de las emisiones en Otras tierras

FIGURA 6.14 Evolución de la superficie ocupada por Otras tierras, discriminado por subcategoría, período 1990 – 2022.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 6.15 Evolución de las emisiones brutas, remociones y emisiones netas de CO<sub>2</sub>, por reservorio de carbono, en Tierras convertidas a Otras tierras, período 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

### **6.10. Flexibilidad aplicada**

Se aplica la flexibilidad descrita en la sección 1.9.

### **6.11. Incertidumbre específica y consistencia de la serie temporal de la categoría**

#### **6.11.1. Análisis cualitativo**

Las incertidumbres asociadas a los datos de actividad fueron estimadas en base a los puntos de muestreo para cada una de las subdivisiones de uso de suelo y posteriormente agregadas en las subcategorías. El nivel de incertidumbre para el dato de actividad, por tanto, varía en función a la representatividad de las categorías en las parcelas muestreadas por Collect earth presentando un nivel medio.

En el caso de los factores de emisión el nivel varía en función del reservorio. El reservorio biomasa viva presenta un nivel bajo-medio de incertidumbre, el correspondiente a materia orgánica en el suelo un nivel alto y el carbono orgánico en el suelo medio-alto.

En la estimación de la biomasa viva se emplean tanto valores por defecto como nacionales. Respecto a los valores nacionales, los datos de IMA son originados en la DGF e INIA y los correspondientes a Densidad de la madera son obtenidos de bibliografía nacional presentando respectivamente un nivel de incertidumbre medio a bajo y bajo. Los valores por defecto presentan un nivel medio de incertidumbre.

Para la materia orgánica muerta, los valores por defecto para hojarasca son elevados determinando un nivel alto de incertidumbre para este reservorio.

El reservorio de carbono orgánico en el suelo presenta un nivel medio a alto asociado a valores por defecto y valor nacional.

#### **6.11.2. Análisis cuantitativo**

El análisis cuantitativo se realizó en base a la metodología propuesta en las Directrices IPCC de 2006. Los valores de las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisión empleados provienen tanto de valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 como de juicio experto de técnicos sectoriales nacionales.

Fue determinada una incertidumbre global de las emisiones GEI (expresadas en kt CO<sub>2</sub>-eq GWP100 AR5) para el sector Agricultura de +/- 44% (Tabla).

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

**TABLA 6.36** Incertidumbre combinada por fuente.

Categoría	Gas	Emisiones/ Remociones (kt CO <sub>2</sub> -eq GWP <sub>100ARS</sub> )	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre Factor de Emisión (%)	Incertidumbre Combinada (%)	Contribución a la varianza
<b>4. Total LULUCF</b>						
4.A.1. TF que se mantienen como TF	CO <sub>2</sub>	3,956.2			29%	1.6E-02
4.A.2. Tierras que se convierten a TF	CO <sub>2</sub>	-17,891.7			21%	1.7E-01
4.B.1. TC que se mantienen como TC	CO <sub>2</sub>	113.1			1%	1.6E-08
4.B.2. Tierras que se convierten a TC	CO <sub>2</sub>	2,989.2			11%	1.4E-03
4.C.1. P que se mantienen como P	CO <sub>2</sub>	-380.6			8%	1.2E-05
4.C.2. Tierras que se convierten a P	CO <sub>2</sub>	1,115.8			0,3%	1.0E-07
3.B.5.b – Tierras que se convierten a A	CO <sub>2</sub>	145			20%	1.0E-05
3.B.6.b – Tierras que se convierten a OT	CO <sub>2</sub>	886.9			31%	9.0E-04
<b>TOTAL</b>	<b>Suma</b>	<b>-9,065.6</b>			<b>Suma</b>	<b>0.2</b>
					<b>Incertidumbre (%)</b>	<b>44%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 6.11.3. Coherencia de la serie temporal

Para la serie 2000-2022 se utilizan las mismas metodologías, fuentes de datos de actividad y factores de emisión. Para la elaboración de las matrices de representación de uso y cambio de la tierra de 1970 a 2000, se utilizaron las técnicas descritas en la sección 6.3.1, garantizando la coherencia de la serie temporal.

### 6.12. Actividades de QA/QC específicos de la categoría/subcategoría

Se realizó un trabajo de control de calidad de los datos utilizados para la estimación de las emisiones de GEI para el sector Agricultura. Para ello se construyó una planilla auxiliar específica y con un nivel de desagregación tal que ha permitido realizar este proceso para toda la serie temporal y considerando las diferentes fuentes de información.

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

### 6.13 Recálculos específicos del sector

**TABLA 6.37** Comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) del inventario incluido en la 6ta. Comunicación Nacional (2020) y el actual inventario (2022) para el sector UTCUTS.

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible/Reservorio	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
4 - UTCUTS	1990	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-535,3751	-113,5650	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	1994	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-535,3751	-113,5650	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	1998	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1018,2394	-213,9433	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2000	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1501,1013	-314,3209	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2002	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1601,1756	-333,5219	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2004	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1677,1640	-345,7440	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2006	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1628,4123	-334,4702	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2008	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1842,5057	-378,9664	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2010	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1758,4441	-366,0921	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2012	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-2112,4550	-435,6677	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2014	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-2061,8860	-424,7399	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2016	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-2413,0968	-500,4546	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2017	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-2360,4656	-491,0177	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022

## CAPÍTULO 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)

Sector	Año	Categoría	Subcategoría/Fuente/Combustible/Reservorio	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
4 - UTCUTS	2018	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-2026,1034	-423,0070	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2019	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1775,4722	-370,8186	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022
4 - UTCUTS	2020	4 - Total UTCUTS	4.A. Tierras forestales; 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a Tierras de cultivo; 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a Pastizales.; 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas a Asentamiento; 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas a Otras tierras - Materia Orgánica Muerta	CO <sub>2</sub>	-1664,6850	-346,5908	Se actualizó el parámetro Litter carbon stocks en Tierras forestales para el período 1990-2022

Fuente: Elaboración propia

### 6.14 Mejoras metodológicas realizadas en el sector

Se ajustó el parámetro correspondiente al stock de C en hojarasca (Materia Orgánica Muerta) pasando de 22 Ton C ha<sup>-1</sup> a 4,1 Ton C ha<sup>-1</sup> para Pinus y de 13,0 Ton C ha<sup>-1</sup> a 2,8 Ton C ha<sup>-1</sup> para el resto de las subdivisiones de Tierras Forestales.

### 6.15 Plan de mejoramiento específico de la categoría/subcategoría

TABLA 6.38 Plan de Mejoramiento.

Categoría	Oportunidad de Mejora	Horizonte temporal
4.D. Humedales	Incorporar estimaciones de emisiones y remociones de la subcategoría humedales	Mediano-Largo
4.A.Tierras Forestales	Mejorar parámetros asociados a las pérdidas y ganancias del carbono en biomasa leñosa de plantaciones forestales y bosque nativo	Mediano
4.A.Tierras Forestales	Avanzar hacia una mejor caracterización de las edades de los bosques nativos que permita desagregar los datos de actividad en bosque nativo en crecimiento y bosque nativo maduro	Mediano-Largo
4. UTCUTS	Mejorar parámetros asociados a la estimación de cambios de stock de C en materia orgánica del suelo, especialmente en tierras de cultivos.	Mediano

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 7

# Sector Desechos (CRT 5)



# Sector Desechos (CRT 5)



### 7.1. Panorama general del sector

El capítulo de Inventario de Residuos abarca la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) generados en el manejo de residuos sólidos y líquidos, siguiendo las Directrices del IPCC de 2006. Estas emisiones provienen de procesos microbiológicos y de la combustión de residuos.

Las emisiones de  $\text{CH}_4$  se producen principalmente por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en sitios de disposición final de residuos sólidos, en el tratamiento biológico de residuos y en sistemas de tratamiento de aguas residuales, tanto domésticas como industriales. Este proceso ocurre en condiciones de ausencia de oxígeno, donde los microorganismos descomponen la materia orgánica en metano y dióxido de carbono. La formación de  $\text{CH}_4$  depende de factores como la fracción de carbono en la materia orgánica y el tipo de manejo de los residuos.

El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), en cambio, se origina en procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno presente en excretas humanas y en el tratamiento de aguas residuales. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  son generadas principalmente en la quema de residuos y, de acuerdo con el IPCC, el balance de  $\text{CO}_2$  biogénico es considerado nulo, dado que proviene de fuentes renovables o de ciclos anuales de síntesis orgánica.

Los residuos sólidos incluyen aquellos generados en ámbitos domésticos, comerciales, institucionales e industriales, mientras que las aguas residuales provienen de fuentes domésticas, comerciales e industriales, con diversos sistemas de tratamiento y disposición según el contexto socioeconómico. El tipo de manejo, la composición de los residuos y los procesos de tratamiento influyen en la cantidad y tipo de emisiones generadas.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 se distinguen las siguientes categorías:

- Disposición de residuos sólidos
- Tratamiento biológico de desechos sólidos
- Incineración e incineración abierta de desechos
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales

En Uruguay se registran emisiones en todas las categorías descritas.

### 7.1.1. Panorama general del sector

Las emisiones del sector Residuos se estimaron en 1.708 kt CO<sub>2</sub>-eq (GWP<sub>100 AR5</sub>) para el año 2022. El gas predominante en el sector (96%) fue el CH<sub>4</sub>, proveniente fundamentalmente de la Disposición de Residuos sólidos.

Por otra parte, se determinó un incremento global de las emisiones, desde el año 1990 al 2022, del 128% (kt CO<sub>2</sub>-eq, GWP<sub>100 AR5</sub>).

TABLA 7.1 Sector Residuos: Emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

Categorías	Emisiones (kt)						SO <sub>2</sub>
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	
<b>5. Desechos</b>	<b>1,7</b>	<b>58,3</b>	<b>2,73E-01</b>	<b>9,15E-04</b>	<b>7,36E-05</b>	<b>1,29E-02</b>	<b>4,94E-05</b>
<b>5.A. Disposición de residuos sólidos</b>		48,5				2,32E-3	
5.A.1. Sitios de disposición manejados		20,8					
5.A.2. Sitios de disposición no manejados		21,3					
5.A.3. Sitios de disposición no categorizados		6,4					
<b>5.B. Tratamiento biológico de los desechos sólidos</b>		<b>5,96E-01</b>	<b>3,58E-02</b>				
Compostaje		5,96E-01	3,58E-02				
Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás		NO	NO				
Otros		NO	NO				
<b>5.C. Incineración e incineración abierta de desechos</b>	<b>1,7</b>	<b>6,31E-05</b>	<b>1,05E-04</b>	<b>9,15E-04</b>	<b>7,36E-05</b>	<b>7,79E-03</b>	<b>4,94E-05</b>
5.C.1. Incineración de desechos	1,7	6,31E-05	1,05E-04	9,15E-04	7,36E-05	7,79E-03	4,94E-05
5.C.2. Quema abierta de desechos	NE	NE	NE				
<b>5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>		<b>9,3</b>	<b>2,37E-01</b>			<b>2,75E-03</b>	
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas domésticas		2,6	2,37E-01			2,49E-3	
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas industriales		6,7	NE			2,55E-4	
<b>5.E. Otros</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

Documentación:

NE: No estimado

Con respecto a la quema a cielo abierto, el decreto N° 436 del Poder Ejecutivo (2007), establece que no se pueden realizar quemas a cielo abierto, (exceptuados aquellos para la cocción de alimentos, parrilleros y churrasqueras); sin embargo, ocurren quemas no controladas de residuos. Se realizó una estimación preliminar y la categoría se reporta como "No estimada" por insignificancia.

Fuente: elaboración propia.



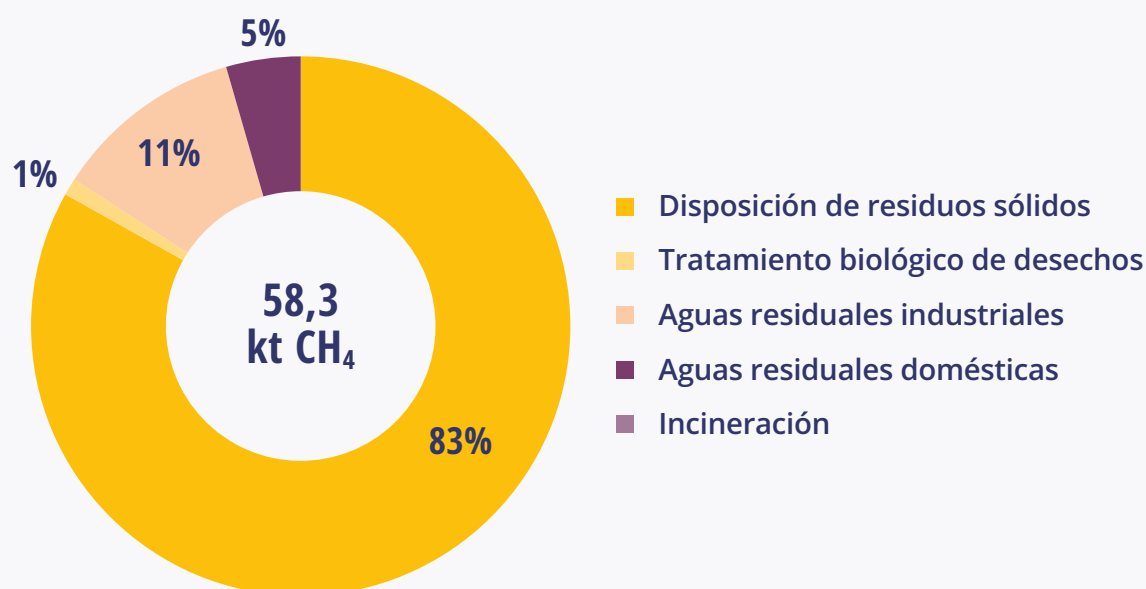
## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.1.2. Contribución por gas del sector para el año 2022

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector residuos fueron aportadas en forma exclusiva por la quema de residuos. En 2022 se registró un total de 1,7 kt de CO<sub>2</sub>.

Por su parte, las emisiones de CH<sub>4</sub> totalizaron 58,3 kt en el 2022 y corresponden un 83% (48,5 kt) a la Disposición de residuos sólidos, seguido de las emisiones provenientes del Tratamiento de aguas residuales industriales (11%, 6,7 kt). Las emisiones por el Tratamiento de aguas residuales domésticas participaron con un 5% (2,6 kt) y las emisiones de metano del Tratamiento biológico de desechos e Incineración de desechos resultaron en un aporte menor al 1%.

FIGURA 7.1 Total de CH<sub>4</sub> por categoría (kt), 2022.



Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) fueron de 0,26 kt en el año 2022. El 87% (2,4 E-1 kt) proviene de las emisiones de las aguas residuales domésticas, 10% (3,6 E-2 kt) del Tratamiento biológico de desechos y menor a 1% de la Incineración de desechos industriales (1,1 E-4 kt).

CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

FIGURA 7.2 Total de N<sub>2</sub>O por categoría (kt), 2022.



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de NO<sub>x</sub> (9,1E-4 kt), CO (7,4E-5 kt), y SO<sub>2</sub> (4,9E-5 kt), provienen exclusivamente de la incineración de residuos industriales.

Para COVDM las mayores emisiones se registraron en la Incineración de residuos industriales (61%, 4,9 E-5 kt), seguido de la Disposición de residuos sólidos (18% 2,3E-3 kt) y el Tratamiento y Eliminación de aguas residuales (21%, 2,7E-3 kt).

7.1.3. Contribución relativa al calentamiento global del sector para el año 2022

El total de emisiones del sector Residuos para el año 2022 fue de 1.708 kt CO<sub>2</sub>-eq bajo la métrica GWP<sub>100 AR5</sub>.

TABLA 7.2 Emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), 2022.

GEI	Kt GEI	GWP <sub>100 AR5</sub>	Kt CO <sub>2</sub> -eq
CO <sub>2</sub>	1,7	1	1,7
CH <sub>4</sub>	58,3	28	1634
N <sub>2</sub> O	0,3	265	72,3
Total			1.708

Fuente: Elaboración propia

El metano representó el 96% de las emisiones seguido del óxido nitroso 4% y de dióxido de carbono menos del 1%.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.1.4. Evolución de emisiones de GEI del sector 1990-2022

TABLA 7.3 Total de emisiones por GEI (kt), serie 1990-2022.

Año	CH <sub>4</sub> (kt)	N <sub>2</sub> O (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	NO <sub>x</sub> (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO <sub>2</sub> (kt)
1990	24,8	0,2	NE	NE	NE	2,9E-03	NE
1994	30,5	0,2	NE	NE	NE	3,4E-03	NE
1998	35,0	0,2	NE	NE	NE	3,9E-03	NE
2000	39,3	0,2	NE	NE	NE	3,9E-03	NE
2002	40,6	0,2	NE	NE	NE	3,8E-03	NE
2004	41,3	0,2	NE	NE	NE	3,8E-03	NE
2006	42,3	0,2	NE	NE	NE	4,0E-03	NE
2008	44,1	0,2	NE	NE	NE	4,1E-03	NE
2010	49,1	0,2	NE	NE	NE	4,4E-03	NE
2012	49,0	0,2	NE	NE	NE	4,5E-03	NE
2014	50,9	0,3	2,0	1,3E-02	8,4E-05	1,3E-02	5,6E-05
2016	50,2	0,3	0,9	8,6E-03	3,7E-05	8,6E-03	2,5E-05
2017	52,2	0,2	1,3	1,0E-02	5,3E-05	1,0E-02	3,6E-05
2018	51,6	0,3	1,0	9,3E-03	4,2E-05	9,3E-03	2,8E-05
2019	53,9	0,3	1,2	1,0E-02	5,1E-05	1,0E-02	3,4E-05
2020	54,3	0,3	1,2	1,0E-02	5,1E-05	1,0E-02	3,4E-05
2021	55,0	0,3	1,3	1,0E-02	5,1E-05	1,0E-02	3,4E-05
2022	58,3	0,3	1,7	1,0E-02	5,1E-05	1,0E-02	3,4E-05

NO: No Ocurre; NE: No Estimado

Fuente: elaboración propia

En el sector de residuos, las emisiones de CH<sub>4</sub> se producen principalmente en la disposición de residuos sólidos en vertederos, que representa aproximadamente un 83% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> en esta categoría, con un promedio de 35,5 kt/año en el periodo 1990-2022. Este proceso ha mostrado un incremento del 169% entre 1990 y 2022, pasando de 17,98 kt en 1990 a 48,5 kt en 2022, impulsado principalmente por el aumento de los residuos depositados y la cantidad de materia orgánica descomponible depositada.

En menor medida, las aguas residuales industriales y domésticas también contribuyen a las emisiones de CH<sub>4</sub>, representando en conjunto un 15% del total. Las emisiones de las aguas residuales industriales han variado entre 2,7 kt y 12,1 kt a lo largo de la serie, con un promedio de 6,8 kt/año, mientras que las aguas residuales domésticas

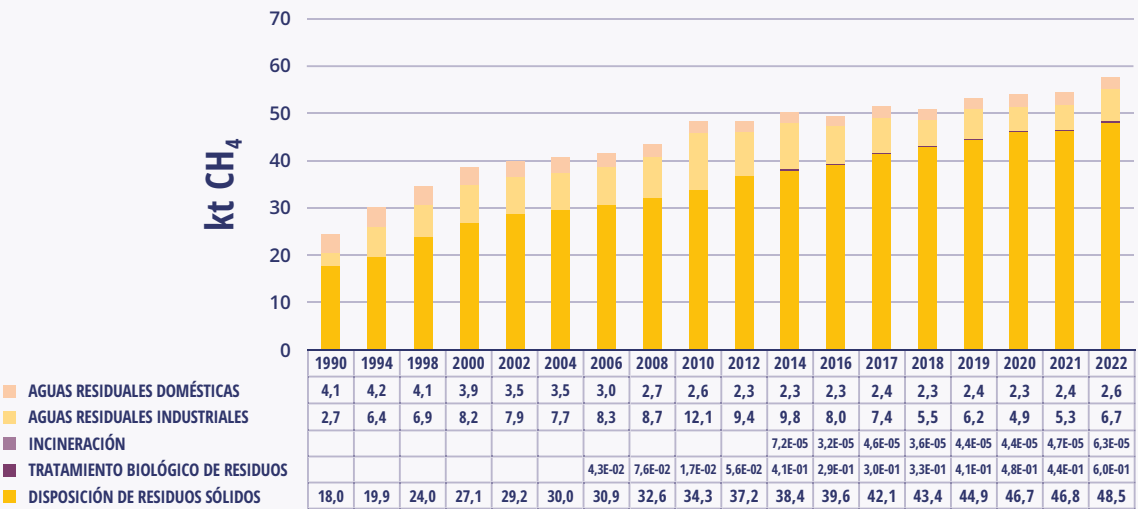
CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

se mantuvieron en promedio en aproximadamente 2,5 kt CH<sub>4</sub>/año. Aunque estas contribuciones son menores en comparación con los vertederos, reflejan también un aumento en las actividades industriales y el crecimiento poblacional que impactan la generación de aguas residuales.

En resumen, la disposición de residuos sólidos en vertederos es la fuente predominante de CH<sub>4</sub> en el sector de residuos, y su crecimiento ha sido significativo a lo largo de la serie. Las aguas residuales aportan una fracción menor pero estable, complementando el total de emisiones de CH<sub>4</sub> en este sector.

EL tratamiento biológico de residuos y las emisiones por incineración comienzan a estimarse a partir de 2006 y 2014 respectivamente, no se cuenta con datos de actividad para años previos.

FIGURA 7.3 Total de CH<sub>4</sub> por categoría o subcategoría (kt), serie 1990-2022.

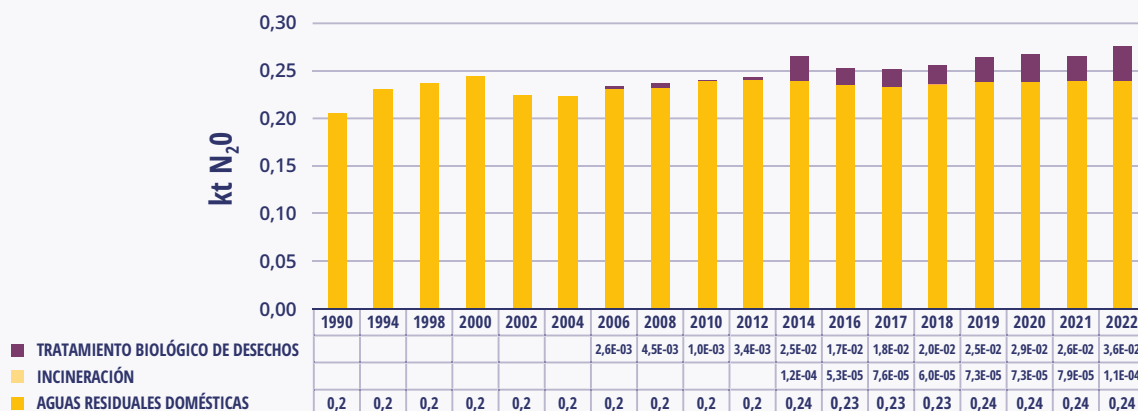


Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de N<sub>2</sub>O en el sector de residuos provienen principalmente de las aguas residuales domésticas, que representa alrededor del 90% del total de emisiones de N<sub>2</sub>O en esta categoría, con un promedio de 0,2 kt/año en la serie. Las emisiones por incineración y el tratamiento biológico de desechos contribuyen en menor medida (aproximadamente un 10% en conjunto), con un promedio de 0,002 kt/año cada una. Estos valores se mantienen estables, sin grandes variaciones.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

FIGURA 7.4 Total de N<sub>2</sub>O por categoría o subcategoría (kt), serie 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

A partir de 2014, se comenzaron a reportar emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector de residuos, debido a la incineración de residuos sólidos. En este corto periodo, las emisiones de CO<sub>2</sub> han mostrado cierta variabilidad, con un promedio de 1,2 kt/año y un aumento hacia el final de la serie en 2022, con un valor de 1,7 kt. Este crecimiento puede atribuirse a un incremento en la incineración como método de gestión de residuos.

Para los GEI precursores se observó estabilidad en el nivel de emisión en relación al último período. El aporte al total nacional a lo largo de la serie resulta insignificante para todos los gases (NO<sub>x</sub>, CO, COVDM, SO<sub>2</sub>). Las emisiones de NO<sub>x</sub> promediaron 0,001 kt/año, y las de CO fluctuaron alrededor de 1,07E-04 kt/año. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), también se reportan en pequeñas cantidades, con un promedio de 0,01 kt/año. Finalmente, SO<sub>2</sub> se registró en valores estables en torno a 0,00004 kt/año. Estas emisiones son típicamente producto de la incineración y de ciertos procesos de tratamiento de residuos, aunque representan una fracción mínima del total de emisiones.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.4 Total de emisiones por GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

Año	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Total
1990	695	54,0	NE	749
1994	854	60,7	NE	914
1998	981	62,2	NE	1.043
2000	1.100	64,3	NE	1.164
2002	1.136	59,1	NE	1.195
2004	1.157	58,5	NE	1.215
2006	1.183	61,4	NE	1.245
2008	1.234	62,2	NE	1.296
2010	1.375	63,1	NE	1.438
2012	1.371	63,9	NE	1.435
2014	1.425	69,6	2,0	1.496
2016	1.404	66,3	0,9	1.472
2017	1.461	66,0	1,3	1.529
2018	1.444	67,2	1,0	1.512
2019	1.510	69,2	1,2	1.580
2020	1.521	70,3	1,2	1.592
2021	1.540	69,7	1,3	1.611
2022	1.634	72,3	1,7	1.708

NO: No Ocurre; NE: No Estimado

Fuente: elaboración propia

El análisis de la tendencia global en las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) para el sector de residuos muestra un incremento significativo a lo largo de la serie temporal, pasando de 749 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 1,708 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Esto representa un aumento global del 128 % en el periodo de análisis.

Las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), el principal contribuyente, se incrementaron de 695 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 1,634 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo cual constituye un aumento del 135 %. Este crecimiento se debe principalmente a la disposición de residuos sólidos en vertederos y al aumento de la actividad en el tratamiento de aguas residuales. Las fluctuaciones en el metano son reflejo de los cambios en la gestión y volumen de residuos generados y tratados en el país.

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) también registraron un aumento, pasando de 54,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a 72,3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022, lo que representa un incremento del

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

34 %. Esta tendencia está asociada al tratamiento biológico de residuos y al manejo de aguas residuales domésticas, cuyas actividades han aumentado en la última década.

A partir de 2014, se empezaron a registrar emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con el sector, aunque en menor magnitud. Las emisiones de CO<sub>2</sub> pasaron de 2,0 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2014 a 1,7 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Aunque estas contribuciones son modestas en comparación con CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, reflejan cambios en los métodos de disposición y tratamiento de residuos que han comenzado a contribuir al total de emisiones de GEI.

### 7.1.5. 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 BUR.

En la siguiente tabla se observan la categorías 5.B - Tratamiento biológico de desechos sólidos, 5.C - Incineración e incineración abierta de desechos; y 5.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales:

**TABLA 7.5** Métodos aplicados por categoría.

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método	FE	Método	FE	Método	FE
<b>5. Residuos</b>	T1	D	T1/T2	D	NE, T1i	NE, D
5.A. Disposición de residuos sólidos			T2	D		
5.B. Tratamiento biológico de desechos sólidos			T1	D	T1	D
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NE, T1	NE, D
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales			T1	D	T1	D
5.E. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO

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 Software del IPCC 2.93.

## **CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)**

Para la estimación de las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> y COVDM se estimaron con el Factor de emisión propuesto en las Guías de EMEP/CORINAIR (EEA, 2019).

Se registran y estiman emisiones de COVDM en las categorías de Disposición de Residuos Sólidos, Incineración y Tratamiento y eliminación de aguas residuales, mientras que las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, se registran exclusivamente en la incineración de residuos.

### **7.2. Disposición de residuos sólidos (CRT 5.A.)**

#### **7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría**

Actualmente, en lo referido a residuos domiciliarios se observan escenarios heterogéneos dentro del territorio nacional, coexistiendo desde SDFs a cielo abierto sin ningún tipo de control a rellenos sanitarios autorizados.

En lo que respecta a la disposición final de los residuos de origen industrial, se debe diferenciar entre los residuos que presentan características de peligrosidad y los que no. Aquellos residuos que presentan características de peligrosidad, y cuando no existen otras alternativas de gestión, son dispuestos en sitios de disposición final de seguridad. Actualmente existe un único sitio que brinda servicios a terceros, correspondiente a la celda de seguridad de la Cámara de Industrias del Uruguay.

Cabe destacar que las emisiones de CH<sub>4</sub> de la disposición final de residuos peligrosos en celdas de seguridad, provienen exclusivamente de las fracciones orgánicas y la producción de biogás puede verse inhibida por la presencia de sustancia tóxicas.

Respecto a los residuos de obras de construcción, en la actualidad no existen capacidades nacionales para la disposición final diseñadas específicamente para esta corriente. Esto conlleva al uso de los sitios de disposición final municipales, agotando su capacidad remanente. Desde el punto de vista de la generación de metano, estas corrientes, si bien suelen ser voluminosas, solo las fracciones orgánicas (madera por ej.) aportan a las emisiones de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final.

Tal como se establece en la escala jerárquica de gestión de residuos establecida en la Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N° 19.829 de 2019, la alternativa de disposición final se considerará como opción de última instancia.

En 2021, desde el Ministerio de Ambiente se empezó a trabajar en la elaboración del Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR), previsto en el Art. 14 de la Ley N° 19.829. El PNGR es una herramienta de planificación estratégica que establecerá objetivos,



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

metas y líneas de acción con un alcance de diez años. En la Estrategia climática de Largo Plazo (ECLP) los escenarios aspiracionales apuntan a una disminución sustancial de la cantidad de residuos que son derivados a disposición final con un escenario a 2050 que apunta a lograr una meta de cero disposiciones finales de residuos.

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 ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono biogénico ( $\text{CO}_2$ ) (no contabilizado ni reportado) y GEI indirectos (IPCC, 2006).

En el año 2022 en esta categoría se generaron 1.358 kt  $\text{CO}_2$ -eq, las cuales representan el 80 % de las emisiones del sector Desechos.

Las emisiones de esta categoría han mostrado una tendencia global creciente, aumentando un 170% entre 1990 y 2022 y 4% entre 2020 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.

En 2022 se estimaron 2,3 E-3 kt de COVDM para esta categoría.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.6 Disposición de residuos sólidos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

Año	5.A. Disposición de residuos sólidos	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
1990	503	NO	38	466
1994	558	NO	137	422
1998	673	NO	288	385
2000	760	NO	421	339
2002	816	NO	512	305
2004	841	NO	564	277
2006	865	NO	611	254
2008	911	0,0	677	234
2010	961	0,0	745	217
2012	1.042	7,7	831	203
2014	1.076	145,2	734	196
2016	1.108	246,0	671	191
2017	1.178	339,0	651	188
2018	1.216	396,1	634	186
2019	1.257	450,6	622	185
2020	1.306	510,5	612	184
2021	1.312	528,8	601	182
2022	1.358	582,7	597	178

Fuente: elaboración propia

En el año 2007, comienza las operaciones el relleno de Las Rosas en el Departamento de Maldonado, con captura de biogás y quema para aprovechamiento energético. En el año 2011, comienza a funcionar en el relleno de Felipe Cardoso, en Montevideo, un sistema de captura y quema de biogás. La ciudad de Montevideo congrega aproximadamente a la mitad de la población nacional, siendo éste el único vertedero del Departamento.

El inicio de las operaciones de estos sitios queda reflejado en el comportamiento de las emisiones y la distribución de emisiones en las diferentes subcategorías.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

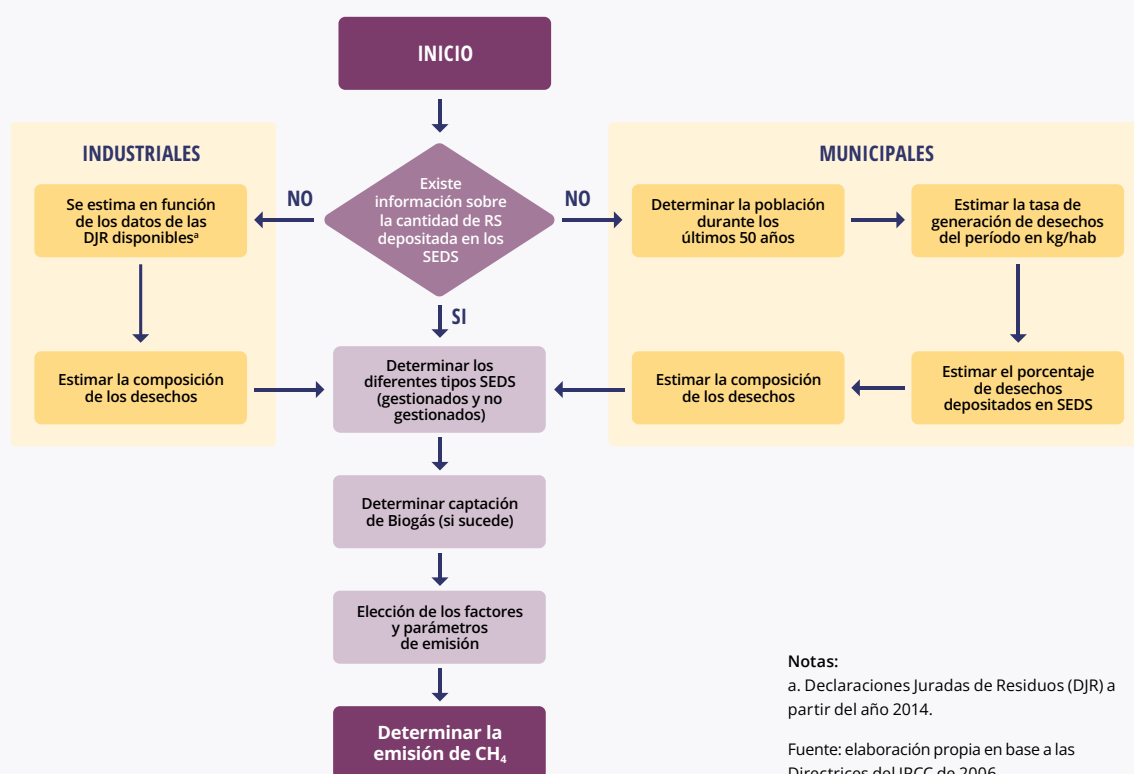
### 7.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

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 en 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 (IPCC Waste Model) y con el Software de Inventario del IPCC v 2.93. Se resumen las ecuaciones utilizadas para el cálculo.

En la figura siguiente se resumen los criterios adoptados y las ecuaciones utilizadas para la estimación.

**FIGURA 7.5** Disposición de residuos sólidos: árbol de decisión para la selección de datos de actividad y parámetros.



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

A continuación, se presentan las ecuaciones asociadas al cálculo de las emisiones.

**TABLA 7.7** Disposición de residuos sólidos: Ecuación para estimación de emisiones de metano proveniente de SEDS.

$\text{Emisiones de } CH_4 = (\sum CH_{4(x,t)} - Rt) \times (1 - OX_t)^a$		
Sim	Descripción	Unidad
$CH_4$	Metano emitido durante el año t	kt
t	Año del inventario	
x	Categoría o tipo de desecho y/o material	
Rt	$CH_4$ recuperado durante el año t	kt
OXt	Factor de oxidación durante el año t	fracción

Notas:

a. Emisiones de  $CH_4$  provenientes de los SEDs (IPCC, 2006 v 5 c 3, ecuación 3.1)

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

**TABLA 7.8** Disposición de residuos sólidos: Cantidad  $CH_4$  generado a partir del material en descomposición.

$CH_{4t} = DDOCm_{descomp_t} \times F \times 16/12^a$		
Sim	Descripción	Unidad
$CH_{4t}$	Cantidad $CH_4$ generado a partir del material en descomposición	kt
$DDOCm_{descomp_t}$	$CH_4$ descompuesto durante el año t	kt
F	Fracción volumétrica de $CH_4$ en el gas de vertedero generado	fracción
16/12	Cociente de pesos moleculares $CH_4/C$	cociente

Notas:

a.  $CH_4$  generado a partir de los DDOCm en descomposición (IPCC, 2006 v 5 c 3, ecuación 3.6)

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.9** Disposición de residuos sólidos: Carbono Orgánico en Descomposición (COD).

$DDOCm_{descomp,t} = DDOCm_{acum,t-1} \times (1-e^k)^a$ $DDOCm_{acum,t} = DDOCmd_t + (DDOCm_{acum,t-1} \times e^k)^b$		
Sim	Descripción	Unidad
t	Año del inventario	
DDOCm <sub>descomp,t</sub>	DDOCm descompuesto en los SEDS durante el año t	kt
DDOCm <sub>acum,t-1</sub>	DDOCm acumulado en los SEDS al final del año t-1	kt
DDOCm <sub>acum,t</sub>	DDOCm acumulado en los SEDS al final del año t	kt
DDOCmd <sub>t</sub>	DDOCm depositado en los SEDS durante el año t	kt
k	Constante de reacción $\ln(2)/t_{1/2}$	
$DDOCm = W \times DOC \times DOC_f \times MCF^c$		
Sim	Descripción	Unidad
DDOCm	Masa del DDOC depositado	kt
W	Masa de los desechos depositados <sup>d</sup>	kt
DOC	Carbono orgánico degradable durante el año de deposición	fracción, kt de C/kt de desechos
DOC <sub>f</sub>	Fracción del DDOC que puede descomponerse	fracción
MCF	Factor de corrección de CH <sub>4</sub> para la descomposición aeróbica durante el año de deposición	fracción

Notas:

a. DDOCm acumulado en los SEDS al término del año t (IPCC, 2006 Vol. 5 Cap. 3, ecuación 3.5)

b. DDOCm descompuesto en los SEDS al término del año t (IPCC, 2006 Vol. 5 Cap. 3, ecuación 3.4)

c. COD disuelto a partir de los datos sobre eliminación de desechos (IPCC, 2006 vol. 5 Cap. 3, ecuación 3.2)

d. De acuerdo con lo definido en los parámetros de cálculo y datos de actividad.

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

Las fuentes de información y criterios utilizados para la determinación de los datos y parámetros históricos de disposición de residuos en sitios de disposición final se realizaron en el marco del subgrupo de trabajo de residuos, del Grupo de Trabajo de Inventarios del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático.

CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Determinación de la población

Para la serie 1996-2011 se cuenta con datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en base al censo nacional realizado en el año 2011.

Para completar la serie temporal 1950-1996 y 2011-2023 se utilizan técnicas de empalme (interpolación y extrapolación lineal) a partir de datos censales del INE. A partir de 2024, se mantiene la tasa de crecimiento del último censo de INE<sup>36</sup>.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los criterios y fuentes de datos.

TABLA 7.10 Disposición de residuos sólidos: Población nacional.

Período	Fuente de datos
1950–1963	Extrapolación lineal en base a datos censales de 1963 y 1975
1963–1996	Interpolación lineal en base a datos censales de 1963, 1975, 1985 y 1996
1996–2011	Datos del censo de 2011. Proyección estadística del INE (INE,2013)
2011–2023	Interpolación lineal en base a datos censales de 2011 y 2023
2024–	Proyección INE

Fuente: elaboración propia

Determinación del volumen físico de residuos sólidos municipales

Para todos los departamentos, menos Montevideo, se utilizan los datos de generación per cápita por departamento para:

- 2019: Línea de Base del Plan Nacional de Gestión de Residuos (año base 2019),
- 2011: CSI, Pittamiglio. (2011). Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos.
- 1995: CEPIS/OPS (1996). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Uruguay

Para los años intermedios se interpola entre los valores de los trabajos de referencia. Para años anteriores a 1995 y posteriores a 2019 (salvo Montevideo) se estiman los valores en función de la variación interanual del Producto Bruto Interno per cápita<sup>37</sup>.

<sup>36</sup> Al momento no se han terminado de publicar los datos proyectados del censo nacional de 2023.

<sup>37</sup> PBI/ Población. Datos PBI proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas (Serie 1950-2030 con base 2016). Datos población a partir de la información del Instituto Nacional de Estadística.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para Montevideo, de 1990 a 2002 se toman los datos de residuos depositados en vertedero de la línea de base del proyecto "Montevideo Landfill Gas Capture and Flare Project" (UNFCCC, 2005) y a partir de 2003 se cuenta con los datos de pesaje del sitio de disposición final municipal. A estos valores se le descuentan los residuos industriales para evitar una doble contabilización. El volumen físico de RSI se obtiene a partir de 2014 de las Declaraciones Juradas de Residuos (DJR), para los años anteriores se considera que se mantiene estable el porcentaje en relación con el total depositado. Se considera que se genera un 20% más de residuos sólidos municipales de lo depositado en el vertedero<sup>38</sup> (Inventario GEI de IM). Los valores de generación de Montevideo para los demás años de la serie (1950-1989) se estiman función de la variación interanual del Producto Bruto Interno per cápita.

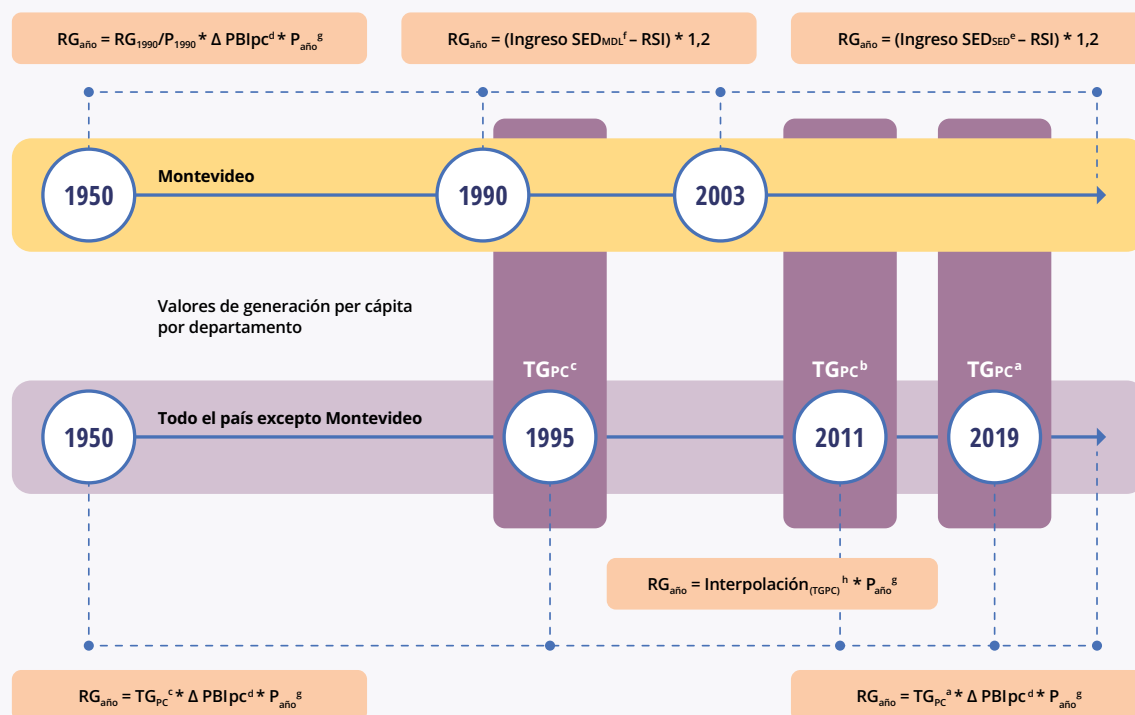
Se espera que en un futuro (mediano plazo) se pueda contar con información de pesada de todos los sitios de disposición final, que estará disponibles en un Sistema de Información como parte la implementación del Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos.

---

<sup>38</sup> Dato proporcionado por la Intendencia Municipal de Montevideo.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**FIGURA 7.6** Disposición de residuos sólidos: Esquema de los criterios utilizados para la estimación del volumen de RS en la serie temporal.



Notas:

- Ministerio de Ambiente (2019). Plan Nacional de Gestión de Residuos.
  - CSI, Pittamiglio. (2011). Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos.
  - CEPIS/OPS (1996). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Uruguay.
  - $\Delta PBI.pc = PBI.pc.año estudio / PBI.pc.año base$ . Datos PBI per cápita proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas. Se toma la base 2016.
  - Datos proporcionados por el SEDS Felipe Cardozo.
  - CDM project activity "Montevideo Landfill Gas Capture and Flare Project" (UNFCCC Reg. No. 1349).
  - Datos de la población por departamento.
  - Los años intermedios se calculan por interpolación lineal de las tasas de generación per cápita de los años de referencia (1995-2011; 2011-2019).
- Referencias: RG= Residuos municipales generados / P=Población / TGPC=Tasa de Generación per cápita / PBIpc=PBI per cápita / RSI= Residuos Sólidos Industriales.

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

En las siguientes tablas se presenta la serie anual de generación de residuos sólidos municipales:

**FIGURA 7.7** Disposición de residuos sólidos: Generación de residuos sólidos municipales por Departamento.

Año	ARTIGAS		CANELONES		COLONIA	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,047	0,32	0,185	0,48	0,098	0,425
1951	0,048	0,35	0,191	0,52	0,099	0,466
1952	0,048	0,34	0,196	0,51	0,099	0,456
1953	0,049	0,37	0,202	0,56	0,100	0,499
1954	0,049	0,39	0,208	0,58	0,100	0,516
1955	0,049	0,40	0,213	0,60	0,101	0,531
1956	0,050	0,40	0,219	0,60	0,101	0,536
1957	0,050	0,40	0,224	0,61	0,102	0,538
1958	0,051	0,39	0,230	0,58	0,103	0,515
1959	0,051	0,37	0,236	0,56	0,103	0,498
1960	0,052	0,38	0,241	0,58	0,104	0,513
1961	0,052	0,39	0,247	0,59	0,104	0,524
1962	0,052	0,38	0,253	0,57	0,105	0,509
1963	0,053	0,38	0,258	0,57	0,105	0,508
1964	0,053	0,39	0,264	0,58	0,106	0,515
1965	0,054	0,39	0,269	0,58	0,106	0,518
1966	0,054	0,40	0,275	0,60	0,107	0,532
1967	0,055	0,38	0,281	0,57	0,107	0,507
1968	0,055	0,38	0,286	0,58	0,108	0,512
1969	0,055	0,41	0,292	0,61	0,109	0,540
1970	0,056	0,42	0,298	0,63	0,109	0,562
1971	0,056	0,42	0,303	0,63	0,110	0,560
1972	0,057	0,41	0,309	0,62	0,110	0,548
1973	0,057	0,41	0,314	0,61	0,111	0,547
1974	0,058	0,42	0,320	0,63	0,111	0,561
1975	0,058	0,44	0,326	0,66	0,112	0,590
1976	0,059	0,46	0,329	0,69	0,112	0,610
1977	0,060	0,46	0,333	0,69	0,112	0,613
1978	0,061	0,48	0,337	0,72	0,112	0,642

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	ARTIGAS		CANELONES		COLONIA	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1979	0,062	0,51	0,341	0,76	0,112	0,677
1980	0,064	0,54	0,345	0,80	0,112	0,714
1981	0,065	0,54	0,349	0,81	0,112	0,723
1982	0,066	0,49	0,353	0,73	0,112	0,652
1983	0,067	0,46	0,357	0,69	0,113	0,610
1984	0,068	0,45	0,360	0,67	0,113	0,600
1985	0,069	0,45	0,364	0,68	0,113	0,605
1986	0,070	0,49	0,373	0,73	0,114	0,653
1987	0,071	0,52	0,381	0,79	0,115	0,698
1988	0,071	0,52	0,390	0,78	0,116	0,692
1989	0,072	0,52	0,399	0,78	0,117	0,693
1990	0,073	0,52	0,407	0,78	0,118	0,689
1991	0,074	0,53	0,416	0,80	0,119	0,707
1992	0,074	0,57	0,424	0,85	0,120	0,756
1993	0,075	0,58	0,433	0,87	0,121	0,770
1994	0,076	0,61	0,441	0,92	0,122	0,819
1995	0,077	0,60	0,450	0,90	0,123	0,800
1996	0,077	0,62	0,459	0,90	0,124	0,817
1997	0,078	0,63	0,467	0,90	0,124	0,834
1998	0,079	0,65	0,476	0,89	0,125	0,851
1999	0,079	0,66	0,484	0,89	0,126	0,868
2000	0,079	0,68	0,490	0,89	0,126	0,885
2001	0,080	0,70	0,494	0,89	0,125	0,902
2002	0,080	0,71	0,497	0,89	0,124	0,919
2003	0,080	0,73	0,498	0,89	0,123	0,936
2004	0,080	0,74	0,503	0,88	0,123	0,954
2005	0,079	0,76	0,508	0,88	0,124	0,971
2006	0,078	0,77	0,512	0,88	0,124	0,988
2007	0,078	0,79	0,516	0,88	0,124	1,005
2008	0,077	0,81	0,520	0,88	0,125	1,022
2009	0,077	0,82	0,525	0,88	0,126	1,039
2010	0,076	0,84	0,531	0,87	0,127	1,056
2011	0,076	0,85	0,537	0,87	0,127	1,073
2012	0,076	0,87	0,537	0,87	0,127	1,090

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	ARTIGAS		CANELONES		COLONIA	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
2013	0,076	0,88	0,538	0,88	0,128	1,071
2014	0,076	0,89	0,538	0,90	0,128	1,053
2015	0,076	0,91	0,538	0,91	0,128	1,034
2016	0,076	0,92	0,539	0,92	0,128	1,016
2017	0,076	0,93	0,539	0,94	0,128	0,997
2018	0,076	0,94	0,540	0,95	0,128	0,978
2019	0,077	0,95	0,540	0,96	0,128	0,960
2020	0,077	0,89	0,540	0,90	0,128	0,900
2021	0,077	0,93	0,541	0,94	0,128	0,939
2022	0,077	0,98	0,541	0,99	0,128	0,983

Año	CERRO LARGO		DURAZNO		FLORES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,068	0,32	0,051	0,32	0,023	0,32
1951	0,068	0,35	0,052	0,35	0,023	0,35
1952	0,068	0,34	0,052	0,34	0,023	0,34
1953	0,069	0,37	0,052	0,37	0,023	0,37
1954	0,069	0,39	0,052	0,39	0,023	0,39
1955	0,069	0,40	0,052	0,40	0,023	0,40
1956	0,069	0,40	0,052	0,40	0,023	0,40
1957	0,070	0,40	0,053	0,40	0,023	0,40
1958	0,070	0,39	0,053	0,39	0,023	0,39
1959	0,070	0,37	0,053	0,37	0,023	0,37
1960	0,070	0,38	0,053	0,38	0,024	0,38
1961	0,071	0,39	0,053	0,39	0,024	0,39
1962	0,071	0,38	0,053	0,38	0,024	0,38
1963	0,071	0,38	0,054	0,38	0,024	0,38
1964	0,071	0,39	0,054	0,39	0,024	0,39
1965	0,072	0,39	0,054	0,39	0,024	0,39
1966	0,072	0,40	0,054	0,40	0,024	0,40
1967	0,072	0,38	0,054	0,38	0,024	0,38
1968	0,072	0,38	0,054	0,38	0,024	0,38

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	CERRO LARGO		DURAZNO		FLORES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1969	0,073	0,41	0,055	0,41	0,024	0,41
1970	0,073	0,42	0,055	0,42	0,024	0,42
1971	0,073	0,42	0,055	0,42	0,024	0,42
1972	0,073	0,41	0,055	0,41	0,025	0,41
1973	0,074	0,41	0,055	0,41	0,025	0,41
1974	0,074	0,42	0,056	0,42	0,025	0,42
1975	0,074	0,44	0,056	0,44	0,025	0,44
1976	0,074	0,46	0,056	0,46	0,025	0,46
1977	0,075	0,46	0,056	0,46	0,025	0,46
1978	0,075	0,48	0,056	0,48	0,025	0,48
1979	0,076	0,51	0,055	0,51	0,025	0,51
1980	0,076	0,54	0,055	0,54	0,025	0,54
1981	0,077	0,54	0,055	0,54	0,025	0,54
1982	0,077	0,49	0,055	0,49	0,025	0,49
1983	0,078	0,46	0,055	0,46	0,025	0,46
1984	0,078	0,45	0,055	0,45	0,025	0,45
1985	0,078	0,45	0,055	0,45	0,025	0,45
1986	0,079	0,49	0,055	0,49	0,025	0,49
1987	0,080	0,52	0,055	0,52	0,025	0,52
1988	0,080	0,52	0,056	0,52	0,025	0,52
1989	0,081	0,52	0,056	0,52	0,025	0,52
1990	0,081	0,52	0,056	0,52	0,025	0,52
1991	0,082	0,53	0,056	0,53	0,025	0,53
1992	0,083	0,57	0,057	0,57	0,025	0,57
1993	0,083	0,58	0,057	0,58	0,025	0,58
1994	0,084	0,61	0,057	0,61	0,026	0,61
1995	0,084	0,60	0,057	0,60	0,026	0,60
1996	0,085	0,62	0,057	0,60	0,026	0,60
1997	0,086	0,63	0,058	0,60	0,026	0,60
1998	0,086	0,65	0,058	0,60	0,026	0,60
1999	0,087	0,66	0,059	0,60	0,026	0,60
2000	0,088	0,68	0,059	0,60	0,026	0,60
2001	0,088	0,70	0,060	0,60	0,026	0,60
2002	0,089	0,71	0,060	0,60	0,026	0,60

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	CERRO LARGO		DURAZNO		FLORES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
2003	0,089	0,73	0,060	0,60	0,026	0,60
2004	0,089	0,74	0,060	0,61	0,026	0,61
2005	0,089	0,76	0,060	0,61	0,026	0,61
2006	0,089	0,77	0,060	0,61	0,026	0,61
2007	0,089	0,79	0,060	0,61	0,026	0,61
2008	0,089	0,81	0,060	0,61	0,026	0,61
2009	0,089	0,82	0,059	0,61	0,026	0,61
2010	0,089	0,84	0,059	0,61	0,026	0,61
2011	0,089	0,85	0,059	0,61	0,027	0,61
2012	0,089	0,87	0,059	0,61	0,027	0,61
2013	0,089	0,88	0,059	0,66	0,027	0,66
2014	0,089	0,89	0,059	0,71	0,027	0,70
2015	0,089	0,90	0,059	0,76	0,027	0,75
2016	0,090	0,91	0,059	0,81	0,027	0,80
2017	0,090	0,92	0,059	0,86	0,027	0,84
2018	0,090	0,94	0,059	0,91	0,027	0,89
2019	0,090	0,95	0,059	0,96	0,027	0,94
2020	0,090	0,89	0,059	0,90	0,027	0,88
2021	0,090	0,93	0,059	0,94	0,027	0,92
2022	0,090	0,97	0,060	0,98	0,027	0,96

Año	FLORIDA		LAVALLEJA		MALDONADO	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,061	0,32	0,067	0,32	0,045	0,48
1951	0,061	0,35	0,066	0,35	0,046	0,52
1952	0,061	0,34	0,066	0,34	0,048	0,51
1953	0,061	0,37	0,066	0,37	0,049	0,56
1954	0,062	0,39	0,066	0,39	0,050	0,58
1955	0,062	0,40	0,066	0,40	0,051	0,60
1956	0,062	0,40	0,066	0,40	0,053	0,60
1957	0,062	0,40	0,066	0,40	0,054	0,61
1958	0,063	0,39	0,066	0,39	0,055	0,58

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	FLORIDA		LAVALLEJA		MALDONADO	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1959	0,063	0,37	0,066	0,37	0,056	0,56
1960	0,063	0,38	0,066	0,38	0,058	0,58
1961	0,063	0,39	0,066	0,39	0,059	0,59
1962	0,064	0,38	0,066	0,38	0,060	0,57
1963	0,064	0,38	0,066	0,38	0,061	0,57
1964	0,064	0,39	0,066	0,39	0,063	0,58
1965	0,065	0,39	0,066	0,39	0,064	0,58
1966	0,065	0,40	0,066	0,40	0,065	0,60
1967	0,065	0,38	0,066	0,38	0,066	0,57
1968	0,065	0,38	0,066	0,38	0,067	0,58
1969	0,066	0,41	0,066	0,41	0,069	0,61
1970	0,066	0,42	0,065	0,42	0,070	0,63
1971	0,066	0,42	0,065	0,42	0,071	0,63
1972	0,066	0,41	0,065	0,41	0,072	0,62
1973	0,067	0,41	0,065	0,41	0,074	0,61
1974	0,067	0,42	0,065	0,42	0,075	0,63
1975	0,067	0,44	0,065	0,44	0,076	0,66
1976	0,067	0,46	0,065	0,46	0,078	0,69
1977	0,067	0,46	0,064	0,46	0,080	0,69
1978	0,067	0,48	0,064	0,48	0,082	0,72
1979	0,067	0,51	0,064	0,51	0,083	0,76
1980	0,067	0,54	0,063	0,54	0,085	0,80
1981	0,067	0,54	0,063	0,54	0,087	0,81
1982	0,067	0,49	0,063	0,49	0,089	0,73
1983	0,067	0,46	0,062	0,46	0,091	0,69
1984	0,067	0,45	0,062	0,45	0,093	0,67
1985	0,066	0,45	0,061	0,45	0,094	0,68
1986	0,067	0,49	0,062	0,49	0,098	0,73
1987	0,067	0,52	0,062	0,52	0,101	0,79
1988	0,067	0,52	0,062	0,52	0,105	0,78
1989	0,067	0,52	0,062	0,52	0,108	0,78
1990	0,067	0,52	0,062	0,52	0,112	0,78
1991	0,068	0,53	0,062	0,53	0,115	0,80
1992	0,068	0,57	0,062	0,57	0,118	0,85

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	FLORIDA		LAVALLEJA		MALDONADO	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1993	0,068	0,58	0,062	0,58	0,122	0,87
1994	0,068	0,61	0,062	0,61	0,125	0,92
1995	0,068	0,60	0,063	0,60	0,129	0,90
1996	0,068	0,60	0,063	0,60	0,132	0,90
1997	0,069	0,60	0,063	0,60	0,135	0,90
1998	0,069	0,60	0,063	0,60	0,138	0,89
1999	0,069	0,60	0,063	0,60	0,141	0,89
2000	0,070	0,60	0,063	0,60	0,142	0,89
2001	0,070	0,60	0,063	0,60	0,143	0,89
2002	0,070	0,60	0,063	0,60	0,144	0,89
2003	0,070	0,60	0,063	0,60	0,144	0,89
2004	0,070	0,61	0,063	0,61	0,146	0,88
2005	0,070	0,61	0,062	0,61	0,150	0,88
2006	0,070	0,61	0,062	0,61	0,154	0,88
2007	0,070	0,61	0,062	0,61	0,157	0,88
2008	0,069	0,61	0,061	0,61	0,160	0,88
2009	0,069	0,61	0,061	0,61	0,164	0,88
2010	0,069	0,61	0,061	0,61	0,168	0,87
2011	0,069	0,61	0,060	0,61	0,172	0,87
2012	0,069	0,61	0,060	0,61	0,172	0,87
2013	0,069	0,66	0,060	0,66	0,172	0,88
2014	0,069	0,71	0,060	0,71	0,173	0,89
2015	0,069	0,76	0,060	0,77	0,173	0,90
2016	0,070	0,81	0,060	0,82	0,173	0,91
2017	0,070	0,86	0,060	0,87	0,173	0,92
2018	0,070	0,91	0,061	0,92	0,173	0,94
2019	0,070	0,96	0,061	0,97	0,173	0,95
2020	0,070	0,90	0,061	0,91	0,173	0,89
2021	0,070	0,94	0,061	0,95	0,173	0,93
2022	0,070	0,98	0,061	1,00	0,174	0,97

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	PAYSANDÚ		RIO NEGRO		RIVERA	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,077	0,37	0,043	0,37	0,072	0,32
1951	0,078	0,41	0,044	0,41	0,072	0,35
1952	0,078	0,40	0,044	0,40	0,073	0,34
1953	0,079	0,44	0,044	0,44	0,073	0,37
1954	0,080	0,45	0,044	0,45	0,073	0,39
1955	0,081	0,46	0,045	0,46	0,074	0,40
1956	0,082	0,47	0,045	0,47	0,074	0,40
1957	0,083	0,47	0,045	0,47	0,075	0,40
1958	0,084	0,45	0,046	0,45	0,075	0,39
1959	0,085	0,44	0,046	0,44	0,075	0,37
1960	0,085	0,45	0,046	0,45	0,076	0,38
1961	0,086	0,46	0,046	0,46	0,076	0,39
1962	0,087	0,45	0,047	0,45	0,077	0,38
1963	0,088	0,44	0,047	0,44	0,077	0,38
1964	0,089	0,45	0,047	0,45	0,077	0,39
1965	0,090	0,45	0,047	0,45	0,078	0,39
1966	0,091	0,47	0,048	0,47	0,078	0,40
1967	0,092	0,44	0,048	0,44	0,079	0,38
1968	0,092	0,45	0,048	0,45	0,079	0,38
1969	0,093	0,47	0,048	0,47	0,080	0,41
1970	0,094	0,49	0,049	0,49	0,080	0,42
1971	0,095	0,49	0,049	0,49	0,080	0,42
1972	0,096	0,48	0,049	0,48	0,081	0,41
1973	0,097	0,48	0,050	0,48	0,081	0,41
1974	0,098	0,49	0,050	0,49	0,082	0,42
1975	0,099	0,52	0,050	0,52	0,082	0,44
1976	0,099	0,53	0,050	0,53	0,083	0,46
1977	0,100	0,54	0,050	0,54	0,084	0,46
1978	0,100	0,56	0,050	0,56	0,084	0,48
1979	0,101	0,59	0,050	0,59	0,085	0,51
1980	0,101	0,62	0,049	0,62	0,086	0,54
1981	0,102	0,63	0,049	0,63	0,087	0,54
1982	0,102	0,57	0,049	0,57	0,087	0,49
1983	0,103	0,53	0,049	0,53	0,088	0,46



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	PAYSANDÚ		RIO NEGRO		RIVERA	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1984	0,103	0,52	0,049	0,52	0,089	0,45
1985	0,104	0,53	0,049	0,53	0,089	0,45
1986	0,105	0,57	0,049	0,57	0,091	0,49
1987	0,106	0,61	0,049	0,61	0,092	0,52
1988	0,107	0,61	0,050	0,61	0,093	0,52
1989	0,108	0,61	0,050	0,61	0,094	0,52
1990	0,109	0,60	0,051	0,60	0,095	0,52
1991	0,110	0,62	0,051	0,62	0,096	0,53
1992	0,111	0,66	0,052	0,66	0,097	0,57
1993	0,112	0,67	0,052	0,67	0,098	0,58
1994	0,113	0,72	0,052	0,72	0,099	0,61
1995	0,114	0,70	0,053	0,70	0,100	0,60
1996	0,115	0,70	0,053	0,70	0,102	0,62
1997	0,116	0,71	0,054	0,71	0,103	0,63
1998	0,116	0,71	0,054	0,71	0,104	0,65
1999	0,117	0,72	0,055	0,72	0,105	0,66
2000	0,117	0,72	0,055	0,72	0,106	0,68
2001	0,117	0,72	0,055	0,72	0,107	0,70
2002	0,117	0,73	0,055	0,73	0,107	0,71
2003	0,117	0,73	0,056	0,73	0,108	0,73
2004	0,117	0,74	0,056	0,74	0,108	0,74
2005	0,117	0,74	0,056	0,74	0,108	0,76
2006	0,117	0,75	0,056	0,75	0,107	0,77
2007	0,117	0,75	0,056	0,75	0,107	0,79
2008	0,117	0,75	0,056	0,75	0,106	0,81
2009	0,117	0,76	0,056	0,76	0,106	0,82
2010	0,117	0,76	0,056	0,76	0,107	0,84
2011	0,117	0,77	0,056	0,77	0,107	0,85
2012	0,117	0,77	0,056	0,77	0,107	0,87
2013	0,117	0,80	0,056	0,80	0,107	0,88
2014	0,117	0,82	0,056	0,83	0,107	0,90
2015	0,117	0,85	0,056	0,86	0,107	0,91
2016	0,117	0,88	0,056	0,89	0,107	0,92
2017	0,118	0,91	0,056	0,92	0,107	0,94

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

	PAYSANDÚ		RIO NEGRO		RIVERA	
Año	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
2018	0,118	0,93	0,056	0,95	0,107	0,95
2019	0,118	0,96	0,056	0,98	0,107	0,96
2020	0,118	0,90	0,056	0,92	0,107	0,90
2021	0,118	0,94	0,056	0,95	0,107	0,94
2022	0,118	0,98	0,056	1,00	0,107	0,98

	ROCHA		SALTO		SAN JOSÉ	
Año	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,050	0,319	0,080	0,37	0,070	0,42
1951	0,050	0,349	0,081	0,41	0,071	0,47
1952	0,050	0,342	0,082	0,40	0,072	0,46
1953	0,051	0,374	0,083	0,44	0,072	0,50
1954	0,051	0,387	0,084	0,45	0,073	0,52
1955	0,052	0,398	0,085	0,46	0,074	0,53
1956	0,052	0,402	0,086	0,47	0,074	0,54
1957	0,053	0,404	0,087	0,47	0,075	0,54
1958	0,053	0,387	0,088	0,45	0,076	0,52
1959	0,053	0,373	0,089	0,44	0,077	0,50
1960	0,054	0,385	0,089	0,45	0,077	0,51
1961	0,054	0,393	0,090	0,46	0,078	0,52
1962	0,055	0,382	0,091	0,45	0,079	0,51
1963	0,055	0,381	0,092	0,44	0,079	0,51
1964	0,056	0,386	0,093	0,45	0,080	0,52
1965	0,056	0,389	0,094	0,45	0,081	0,52
1966	0,056	0,399	0,095	0,47	0,082	0,53
1967	0,057	0,381	0,096	0,44	0,082	0,51
1968	0,057	0,384	0,097	0,45	0,083	0,51
1969	0,058	0,405	0,098	0,47	0,084	0,54
1970	0,058	0,422	0,099	0,49	0,084	0,56
1971	0,059	0,420	0,099	0,49	0,085	0,56
1972	0,059	0,411	0,100	0,48	0,086	0,55
1973	0,059	0,410	0,101	0,48	0,087	0,55

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	ROCHA		SALTO		SAN JOSÉ	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1974	0,060	0,420	0,102	0,49	0,087	0,56
1975	0,060	0,442	0,103	0,52	0,088	0,59
1976	0,061	0,457	0,104	0,53	0,088	0,61
1977	0,062	0,460	0,104	0,54	0,088	0,61
1978	0,062	0,481	0,105	0,56	0,089	0,64
1979	0,063	0,508	0,105	0,59	0,089	0,68
1980	0,063	0,535	0,106	0,62	0,089	0,71
1981	0,064	0,542	0,106	0,63	0,089	0,72
1982	0,065	0,489	0,107	0,57	0,089	0,65
1983	0,065	0,457	0,107	0,53	0,090	0,61
1984	0,066	0,450	0,108	0,52	0,090	0,60
1985	0,067	0,454	0,108	0,53	0,090	0,61
1986	0,067	0,490	0,110	0,57	0,091	0,65
1987	0,068	0,524	0,111	0,61	0,092	0,70
1988	0,068	0,519	0,112	0,61	0,093	0,69
1989	0,069	0,520	0,113	0,61	0,093	0,69
1990	0,069	0,517	0,114	0,60	0,094	0,69
1991	0,070	0,530	0,115	0,62	0,095	0,71
1992	0,070	0,567	0,117	0,66	0,096	0,76
1993	0,071	0,577	0,118	0,67	0,097	0,77
1994	0,071	0,614	0,119	0,72	0,098	0,82
1995	0,072	0,600	0,120	0,70	0,099	0,80
1996	0,072	0,616	0,121	0,69	0,100	0,82
1997	0,072	0,632	0,122	0,68	0,101	0,83
1998	0,073	0,648	0,124	0,67	0,102	0,85
1999	0,073	0,664	0,125	0,66	0,103	0,87
2000	0,073	0,679	0,126	0,64	0,104	0,89
2001	0,073	0,695	0,126	0,63	0,105	0,90
2002	0,072	0,711	0,126	0,62	0,105	0,92
2003	0,072	0,727	0,127	0,61	0,106	0,94
2004	0,072	0,743	0,127	0,60	0,107	0,95
2005	0,072	0,759	0,127	0,59	0,107	0,97
2006	0,072	0,775	0,127	0,58	0,108	0,99
2007	0,072	0,791	0,127	0,57	0,108	1,00

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	ROCHA		SALTO		SAN JOSÉ	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
2008	0,072	0,806	0,127	0,55	0,108	1,02
2009	0,073	0,822	0,128	0,54	0,109	1,04
2010	0,073	0,838	0,128	0,53	0,110	1,06
2011	0,074	0,854	0,129	0,52	0,110	1,07
2012	0,074	0,870	0,129	0,51	0,110	1,09
2013	0,074	0,877	0,129	0,57	0,110	1,07
2014	0,074	0,884	0,129	0,64	0,111	1,06
2015	0,074	0,891	0,129	0,70	0,111	1,04
2016	0,074	0,898	0,129	0,77	0,111	1,02
2017	0,074	0,905	0,129	0,83	0,111	1,01
2018	0,074	0,912	0,129	0,90	0,111	0,99
2019	0,074	0,919	0,130	0,96	0,111	0,97
2020	0,074	0,862	0,130	0,90	0,111	0,91
2021	0,074	0,899	0,130	0,94	0,111	0,95
2022	0,074	0,942	0,130	0,99	0,111	1,00

Año	SORIANO		TACUAREMBO		TREINTA Y TRES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	0,075	0,37	0,069	0,32	0,041	0,32
1951	0,075	0,41	0,069	0,35	0,041	0,35
1952	0,075	0,40	0,070	0,34	0,041	0,34
1953	0,076	0,44	0,071	0,37	0,042	0,37
1954	0,076	0,45	0,071	0,39	0,042	0,39
1955	0,076	0,46	0,072	0,40	0,042	0,40
1956	0,076	0,47	0,073	0,40	0,042	0,40
1957	0,077	0,47	0,073	0,40	0,042	0,40
1958	0,077	0,45	0,074	0,39	0,042	0,39
1959	0,077	0,44	0,074	0,37	0,043	0,37
1960	0,077	0,45	0,075	0,38	0,043	0,38
1961	0,077	0,46	0,076	0,39	0,043	0,39
1962	0,078	0,45	0,076	0,38	0,043	0,38
1963	0,078	0,44	0,077	0,38	0,043	0,38
1964	0,078	0,45	0,078	0,39	0,044	0,39

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	SORIANO		TACUAREMBO		TREINTA Y TRES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1965	0,078	0,45	0,078	0,39	0,044	0,39
1966	0,079	0,47	0,079	0,40	0,044	0,40
1967	0,079	0,44	0,079	0,38	0,044	0,38
1968	0,079	0,45	0,080	0,38	0,044	0,38
1969	0,079	0,47	0,081	0,41	0,045	0,41
1970	0,079	0,49	0,081	0,42	0,045	0,42
1971	0,080	0,49	0,082	0,42	0,045	0,42
1972	0,080	0,48	0,083	0,41	0,045	0,41
1973	0,080	0,48	0,083	0,41	0,045	0,41
1974	0,080	0,49	0,084	0,42	0,045	0,42
1975	0,081	0,52	0,085	0,44	0,046	0,44
1976	0,080	0,53	0,084	0,46	0,046	0,46
1977	0,080	0,54	0,084	0,46	0,046	0,46
1978	0,080	0,56	0,084	0,48	0,046	0,48
1979	0,080	0,59	0,084	0,51	0,046	0,51
1980	0,080	0,62	0,084	0,54	0,046	0,54
1981	0,080	0,63	0,084	0,54	0,046	0,54
1982	0,080	0,57	0,084	0,49	0,047	0,49
1983	0,080	0,53	0,084	0,46	0,047	0,46
1984	0,080	0,52	0,084	0,45	0,047	0,45
1985	0,079	0,53	0,083	0,45	0,047	0,45
1986	0,080	0,57	0,084	0,49	0,047	0,49
1987	0,080	0,61	0,084	0,52	0,048	0,52
1988	0,081	0,61	0,085	0,52	0,048	0,52
1989	0,081	0,61	0,085	0,52	0,048	0,52
1990	0,081	0,60	0,085	0,52	0,049	0,52
1991	0,082	0,62	0,086	0,53	0,049	0,53
1992	0,082	0,66	0,086	0,57	0,049	0,57
1993	0,083	0,67	0,086	0,58	0,050	0,58
1994	0,083	0,72	0,087	0,61	0,050	0,61
1995	0,083	0,70	0,087	0,60	0,050	0,60
1996	0,084	0,70	0,088	0,60	0,051	0,62
1997	0,084	0,71	0,088	0,60	0,051	0,63
1998	0,085	0,71	0,089	0,60	0,051	0,65

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	SORIANO		TACUAREMBO		TREINTA Y TRES	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1999	0,086	0,72	0,090	0,60	0,051	0,66
2000	0,086	0,72	0,091	0,60	0,051	0,68
2001	0,087	0,72	0,092	0,60	0,051	0,70
2002	0,087	0,73	0,092	0,60	0,051	0,71
2003	0,087	0,73	0,093	0,60	0,051	0,73
2004	0,087	0,74	0,093	0,61	0,051	0,74
2005	0,087	0,74	0,093	0,61	0,051	0,76
2006	0,086	0,75	0,093	0,61	0,051	0,77
2007	0,086	0,75	0,093	0,61	0,051	0,79
2008	0,085	0,75	0,093	0,61	0,050	0,81
2009	0,085	0,76	0,093	0,61	0,050	0,82
2010	0,085	0,76	0,093	0,61	0,051	0,84
2011	0,085	0,77	0,093	0,61	0,051	0,85
2012	0,085	0,77	0,093	0,61	0,051	0,87
2013	0,085	0,80	0,093	0,66	0,051	0,88
2014	0,085	0,83	0,093	0,71	0,051	0,89
2015	0,085	0,86	0,094	0,76	0,051	0,90
2016	0,085	0,89	0,094	0,81	0,051	0,91
2017	0,085	0,92	0,094	0,86	0,051	0,92
2018	0,085	0,95	0,094	0,91	0,051	0,93
2019	0,085	0,98	0,094	0,96	0,051	0,94
2020	0,085	0,92	0,094	0,90	0,051	0,88
2021	0,085	0,95	0,094	0,94	0,051	0,92
2022	0,085	1,00	0,094	0,98	0,051	0,97

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	MONTEVIDEO		PONDERADO NACIONAL	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1950	1,165	0,40	0,185	0,39
1951	1,168	0,44	2,40	0,42
1952	1,171	0,43	2,42	0,42
1953	1,174	0,47	2,43	0,46
1954	1,177	0,48	2,45	0,47
1955	1,180	0,50	2,47	0,48
1956	1,183	0,50	2,48	0,49
1957	1,186	0,51	2,50	0,49
1958	1,188	0,48	2,52	0,47
1959	1,191	0,47	2,53	0,46
1960	1,194	0,48	2,55	0,47
1961	1,197	0,49	2,56	0,48
1962	1,200	0,48	2,58	0,47
1963	1,203	0,48	2,60	0,47
1964	1,206	0,48	2,61	0,47
1965	1,209	0,49	2,63	0,48
1966	1,211	0,50	2,64	0,49
1967	1,214	0,48	2,66	0,47
1968	1,217	0,48	2,68	0,47
1969	1,220	0,51	2,69	0,50
1970	1,223	0,53	2,71	0,52
1971	1,226	0,53	2,72	0,51
1972	1,229	0,51	2,74	0,50
1973	1,231	0,51	2,76	0,50
1974	1,234	0,53	2,77	0,52
1975	1,237	0,55	2,79	0,54
1976	1,245	0,57	2,81	0,56
1977	1,252	0,58	2,82	0,57
1978	1,260	0,60	2,84	0,59
1979	1,267	0,64	2,86	0,62
1980	1,275	0,67	2,87	0,66
1981	1,282	0,68	2,89	0,67
1982	1,290	0,61	2,91	0,60
1983	1,297	0,57	2,92	0,56

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	MONTEVIDEO		PONDERADO NACIONAL	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
1984	1,305	0,56	2,94	0,55
1985	1,312	0,57	2,96	0,56
1986	1,318	0,61	2,98	0,60
1987	1,325	0,66	3,01	0,65
1988	1,331	0,65	3,04	0,64
1989	1,338	0,65	3,07	0,64
1990	1,344	0,65	3,09	0,64
1991	1,350	0,73	3,12	0,68
1992	1,357	0,61	3,15	0,66
1993	1,363	0,67	3,18	0,69
1994	1,370	0,87	3,20	0,80
1995	1,376	0,84	3,23	0,78
1996	1,383	1,02	3,26	0,86
1997	1,389	1,20	3,29	0,94
1998	1,394	1,38	3,31	1,02
1999	1,398	1,34	3,34	1,00
2000	1,396	1,21	3,35	0,95
2001	1,390	1,30	3,35	0,99
2002	1,381	1,05	3,35	0,89
2003	1,370	1,09	3,34	0,90
2004	1,365	1,11	3,34	0,91
2005	1,366	1,14	3,35	0,93
2006	1,365	1,27	3,36	0,99
2007	1,362	1,42	3,36	1,05
2008	1,361	1,48	3,36	1,07
2009	1,365	1,60	3,38	1,13
2010	1,371	1,79	3,40	1,21
2011	1,376	1,86	3,41	1,24
2012	1,377	1,82	3,42	1,23
2013	1,378	1,83	3,43	1,24
2014	1,379	1,77	3,45	1,23
2015	1,380	1,61	3,46	1,17
2016	1,381	1,84	3,47	1,28
2017	1,382	1,83	3,48	1,29



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	MONTEVIDEO		PONDERADO NACIONAL	
	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)	Población (millones)	Generación (kg/hab/día)
2018	1,383	1,93	3,50	1,34
2019	1,384	1,95	3,51	1,36
2020	1,385	1,91	3,52	1,31
2021	1,386	1,91	3,52	1,33
2022	1,387	2,00	3,52	1,39

Fuente: elaboración propia

### *Porcentaje de desechos municipales depositados en SEDS*

Para definir el de desechos municipales depositados en SEDS se adoptaron los siguientes criterios:

- En el departamento de Montevideo se estima que se genera un 20% más de lo depositado en el vertedero (Fuente: Inventario de emisiones GEI Intendencia de Montevideo).
- Para el resto de los departamentos:
  - hasta 2011, la cobertura fue estimada en función de lo reportado en el documento “Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos” (CSI, 2011), asumiéndose constante hasta ese año,
  - a partir de 2019, se toma como constante, el valor de cobertura proporcionado por DINACEA (asimilable a % de población urbana en base al relevamiento realizado para la línea de base del PNGR- Ministerio de Ambiente, 2019-)<sup>39</sup>, entre 2011 y 2019, se completa la serie a partir de una interpolación lineal.

En la tabla siguiente se presentan los porcentajes definidos para cada departamento.

<sup>39</sup> Se actualizará cuando estén disponibles los datos del censo nacional de 2023

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.11 Disposición de residuos sólidos: Porcentaje de disposición en SEDs en la serie temporal.

Departamento	→ 2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 →
Artigas	93,4%	93,6%	93,9%	94,1%	94,3%	94,5%	94,8%	95,0%	95,2%
Canelones	82,7%	83,7%	84,7%	85,7%	86,7%	87,7%	88,7%	89,7%	90,7%
Cerro Largo	85,9%	86,8%	87,7%	88,6%	89,5%	90,4%	91,2%	92,1%	93,0%
Colonia	74,2%	76,2%	78,3%	80,4%	82,4%	84,5%	86,6%	88,6%	90,7%
Durazno	84,4%	85,3%	86,1%	87,0%	87,9%	88,7%	89,6%	90,5%	91,3%
Flores	89,4%	89,7%	90,0%	90,3%	90,6%	90,9%	91,2%	91,5%	91,7%
Florida	76,4%	77,7%	78,9%	80,2%	81,4%	82,7%	83,9%	85,2%	86,4%
Lavalleja	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	89,7%
Maldonado	84,8%	86,3%	87,8%	89,3%	90,8%	92,3%	93,9%	95,4%	96,9%
Paysandú	74,9%	77,5%	80,2%	82,9%	85,5%	88,2%	90,8%	93,5%	96,1%
Rio Negro	78,2%	79,8%	81,3%	82,8%	84,4%	85,9%	87,4%	89,0%	90,5%
Rivera	89,1%	89,5%	90,0%	90,4%	90,9%	91,3%	91,8%	92,2%	92,7%
Rocha	86,3%	87,3%	88,2%	89,2%	90,1%	91,1%	92,0%	93,0%	93,9%
Salto	83,7%	85,0%	86,2%	87,5%	88,7%	90,0%	91,2%	92,5%	93,7%
San José	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%	84,8%
Soriano	96,6%	96,6%	96,6%	96,6%	96,6%	96,6%	96,6%	96,6%	92,0%
Tacuarembó	79,2%	80,5%	81,8%	83,0%	84,3%	85,5%	86,8%	88,0%	89,3%
Treinta y Tres	92,0%	92,2%	92,3%	92,5%	92,7%	92,9%	93,1%	93,2%	93,4%
Montevideo	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%

Fuente: DINACEA, IMM

### Composición de los residuos municipales

La composición de los residuos se estimó a partir de los siguientes trabajos:

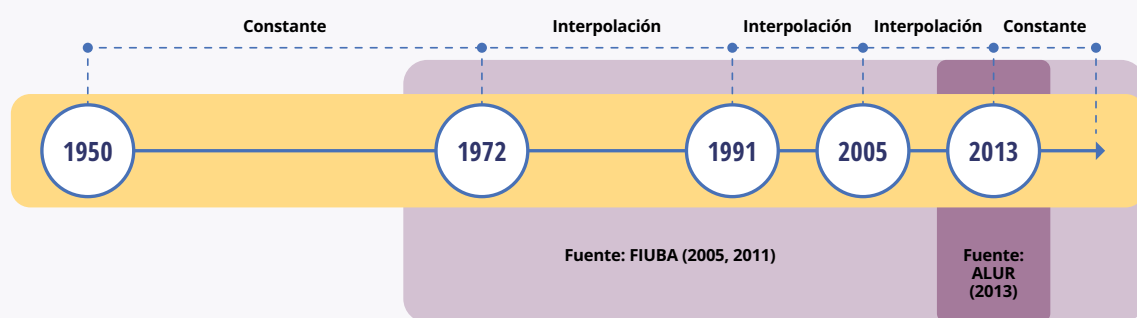
- Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos con fines energéticos (ALUR, 2013),
- Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos del Área Metropolitana de Buenos Aires. Tercer informe de avance (FIUBA, 2011),
- Evolución de la calidad de los RSU (1972-2005) Ciudad de Buenos Aires (FIUBA, 2005)

Para la caracterización nacional se realiza un promedio ponderado de la información departamental para el año 2013, en función de su participación en la generación total. Para completar la serie temporal se utilizan como referencia los datos de los relevamientos realizados en la Ciudad de Buenos Aires (CABA). Esta decisión se basa en la similitud cultural y de consumo argumentado con el análisis para los años con datos comparables de ambas fuentes (2011 y 2013) y en la coherencia de la evolución de los datos de CABA con la evolución del consumo a nivel nacional (comienzo de uso de apósitos y pañales descartables, introducción de envases de plástico).

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Se asumió la composición constante de 1950 a 1972 y de 2013 en adelante. Los años intermedios se estimaron mediante interpolación lineal entre los años con datos (1972, 1991, 2005 de CABA y ponderado nacional de 2013) a lo largo de la serie. Las diferencias entre los datos de CABA de 2011 y los nacionales de 2013 se entiende que no son significativas y se encuentran dentro de los márgenes de error, por este motivo para la interpolación no se incluyen los datos de CABA 2011.

**FIGURA 7.8** Disposición de residuos sólidos: Criterios utilizados para la estimación de la composición de los RSU en la serie temporal.



Fuente: elaboración propia

Dado que en estos estudios se manejó una categorización diferente, se realizó una homologación de la composición a las categorías propuestas en las Directrices del IPCC de 2006. En las Tablas siguientes se presenta la distribución por tipo de residuo y la homologación de categorías/tipos de residuos.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.12** Disposición de residuos sólidos: Composición de los residuos municipales.

Año	Categoría IPCC*						
	Alimentos	Jardín	Papel	Madera	Textil	Pañales	Inertes
1950–1971	61%	2%	20%	2%	3%	0%	11%
1972 <sup>b</sup>	61%	2%	20%	2%	3%	0%	11%
1973	61%	2%	20%	2%	3%	0%	12%
1974	60%	2%	20%	2%	3%	0%	13%
1975	60%	2%	20%	2%	3%	0%	14%
1976	59%	2%	20%	2%	3%	0%	14%
1977	58%	2%	20%	2%	3%	0%	15%
1978	58%	2%	19%	2%	3%	0%	16%
1979	57%	2%	19%	2%	3%	0%	17%
1980	57%	2%	19%	2%	3%	0%	17%
1981	56%	2%	19%	2%	3%	0%	18%
1982	56%	2%	19%	2%	3%	0%	19%
1983	55%	2%	19%	2%	3%	0%	20%
1984	55%	2%	18%	2%	3%	0%	20%
1985	54%	2%	18%	2%	3%	0%	21%
1986	53%	2%	18%	2%	3%	0%	22%
1987	53%	2%	18%	2%	3%	0%	23%
1988	52%	2%	18%	2%	3%	0%	23%
1989	52%	2%	18%	2%	3%	0%	24%
1990	51%	2%	18%	2%	3%	0%	25%
1991 <sup>b</sup>	51%	2%	17%	2%	3%	0%	26%
1992	50%	2%	17%	2%	3%	0%	26%
1993	49%	2%	18%	2%	3%	1%	27%
1994	48%	2%	18%	2%	3%	1%	27%
1995	47%	2%	18%	2%	3%	1%	28%
1996	46%	2%	18%	2%	3%	2%	29%
1997	45%	2%	18%	2%	3%	2%	29%
1998	44%	2%	18%	1%	3%	2%	30%
1999	43%	2%	18%	1%	3%	3%	30%
2000	42%	2%	18%	1%	3%	3%	31%
2001	41%	2%	18%	1%	3%	3%	32%
2002	41%	1%	18%	1%	3%	4%	32%
2003	40%	1%	18%	1%	3%	4%	33%
2004	39%	1%	18%	1%	3%	4%	34%
2005 <sup>b</sup>	38%	1%	18%	1%	3%	5%	34%
2006	38%	1%	18%	1%	3%	5%	34%
2007	39%	1%	18%	1%	3%	5%	33%
2008	39%	1%	17%	1%	3%	5%	33%
2009	40%	1%	17%	1%	3%	5%	33%
2010	40%	1%	17%	1%	3%	5%	32%
2011 <sup>c</sup>	41%	1%	16%	1%	3%	5%	32%
2012	41%	2%	16%	1%	3%	5%	31%
2013 <sup>d</sup>	42%	2%	16%	2%	3%	5%	31%
2014	42%	2%	16%	2%	3%	5%	31%

Notas:

a. Tomado de las categorías de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006, v5, c2, p2.12).

b. Tomado de Evolución de la calidad de los RSU (1972-2005). Ciudad de Buenos Aires (FIUBA, 2005).

c. Datos CABA 2011: Alimentos 42%; Jardín 6%; Papel 17%; Madera 0,7%; Textil 3%; Pañal 5%; Inerte 26%. Tomado de Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos del Área Metropolitana de Buenos Aires. Tercer informe de avance (FIUBA, 2011).

d. Datos nacionales ponderados según datos departamentales en base al Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos con fines energéticos (ALUR, 2013).

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.13** Disposición de residuos sólidos: Homologación categorías de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006) y el informe 'Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos con fines energéticos' (ALUR, 2013).

Tipo de Residuo IPCC <sup>a</sup>	Tipo de Residuo de la fuente de datos <sup>b</sup>	Tipo de Residuo IPCC <sup>a</sup>	Tipo de Residuo de la fuente de datos <sup>b</sup>
Alimentos	Materia Orgánica	Inerte	Multilaminados
Jardín	Madera y jardinería/2		Metales
Papel	Papel y cartón Multilaminados/2		Plásticos film
Madera	Madera y jardinería/2		Plásticos botellas
Textil	Textiles		Plásticos otros
Pañal	pañal y apósitos		Vidrio
			Goma, cuero, corcho
			Escombro
			Materiales compuestos
			Residuos peligrosos
			Inertes

Notas:

a. Tomado de las categorías de las Directrices del IPCC de 2006, Vol. 5, Cap. 2, p 2.12

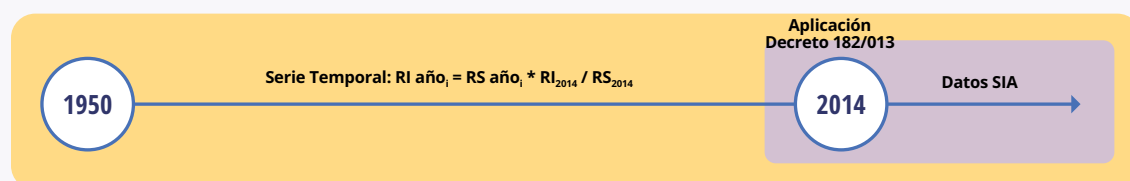
b. Tomado de las categorías del 'Estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos con fines energéticos' (ALUR, 2013)

Fuente: elaboración propia

### Residuos industriales dispuestos en SEDS

A partir del año 2014 se utilizan los datos aportados por el Sistema de Información Ambiental que, entre otros, contiene las Declaraciones Juradas de Residuos (DJR) realizadas por las industrias alcanzadas por el Decreto 182/13. Para los años anteriores a 2014, se estima la cantidad depositada manteniendo constante el porcentaje de residuos industriales en el total depositado del primer año que se cuenta información.

**FIGURA 7.9** Disposición de residuos sólidos: Esquema de los criterios utilizados para la estimación del volumen de RSI en la serie temporal.



Referencias:

Año<sub>i</sub> = año de cálculo / RI = fracción de residuos industriales depositados en SEDs / RS = Residuos municipales depositados en SEDS /

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

En la siguiente tabla se presentan los valores totales nacionales de la serie temporal de los residuos industriales depositados en sitios de disposición final.

**TABLA 7.14** Disposición de residuos sólidos: Disposición de residuos sólidos industriales (total nacional).

Año	kt Residuo/Año	Año	kt Residuo/Año
1950	50	1987	111
1951	55	1988	111
1952	54	1989	112
1953	60	1990	113
1954	63	1991	120
1955	65	1992	124
1956	66	1993	129
1957	67	1994	144
1958	65	1995	142
1959	63	1996	150
1960	66	1997	159
1961	68	1998	167
1962	66	1999	168
1963	67	2000	165
1964	68	2001	170
1965	69	2002	162
1966	72	2003	160
1967	69	2004	161
1968	70	2005	164
1969	75	2006	169
1970	78	2007	175
1971	79	2008	177
1972	78	2009	183
1973	78	2010	191
1974	81	2011	194
1975	86	2012	196
1976	89	2013	201
1977	90	2014	204
1978	95	2015	212
1979	101	2016	240
1980	107	2017	239
1981	109	2018	225
1982	99	2019	226
1983	93	2020	218
1984	92	2021	206
1985	94	2022	155
1986	102		

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### *Composición de los residuos industriales dispuestos en SEDS*

Los valores de composición de residuos industriales son estimados a partir de la composición promedio de los datos reportados a SIA a partir de 2014. Se mantiene el valor constante en la serie temporal.

**TABLA 7.15** Disposición de residuos sólidos: Determinación de la masa y composición de los residuos industriales depositados en SEDS-Montevideo.

Tipo de residuo	Composición (SIA) <sup>a</sup>	Tipo de residuo	Composición (SIA) <sup>a</sup>
Alimentos, bebidas y tabaco	51%	Papel, cartón	2%
Lodos	10%	Productos, petróleo, solventes	10%
Madera	0%	Textil	1%
Otros	4%	Inertes	22%

Notas:

a. Se calcula a partir del promedio de la composición entre 2015 y 2022 de los residuos declarados en las DJR. Los valores de 2014 se descartan porque no se consideran consistentes (año de comienzo de reportes).

Fuente: elaboración propia

**TABLA 7.16** Disposición de residuos sólidos: Determinación de la masa y composición de los residuos industriales depositados en SEDS-Interior.

Tipo de residuo	Composición (SIA) <sup>a</sup>	Tipo de residuo	Composición (SIA) <sup>a</sup>
Alimentos, bebidas y tabaco	9%	Papel, cartón	1%
Lodos	8%	Productos, petróleo, solventes	1%
Madera	6%	Textil	0%
Otros	48%	Inertes	27%

Notas:

a. Se calcula a partir del promedio de la composición entre 2015 y 2022 de los residuos declarados en las DJR. Los valores de 2014 se descartan porque no se consideran consistentes (año de comienzo de reportes).

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.17** Disposición de residuos sólidos: Homologación categorías de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006) y categorías CIU.

Tipo de residuo IPCC <sup>a</sup>	Categoría CIU <sup>b</sup>
<b>Alimentos, bebidas y tabaco</b>	14104; 14105; 14106; 14110; 14111; 14112; 14501; 14506; 14507; 14509; 14510; 14601; 14602; 14603; 14604; 101102; 101108; 101110; 101111; 101112; 101113; 101114; 101115; 101116; 101201; 101204; 101205; 101301; 101302; 101303; 101306; 102001; 102005; 103001; 103006; 104001; 104002; 104007; 104009; 104010; 105004; 105005; 105007; 106102; 106104; 106106; 107204; 107206; 107207; 107501; 107901; 110201; 110202; 110203; 110204; 110205; 110206; 110301; 110302110402; 120001120003; 131101; 14106; 151103; 151104; 151105; 151109; 151110; 151111; 382117; 991401; 991402; 991411
<b>Inerte</b>	14101; 14102; 14103; 14107; 14503; 14504; 14508; 14607; 70004; 70005; 70099; 105006; 106103; 106107; 107202; 110306; 110403; 131106; 151108; 151112; 161006; 161009; 170101; 181003; 181005; 181006; 201101; 201102; 201104; 201105; 201106; 201108; 201111; 201112; 201113; 201114; 201116; 201119; 201125; 201199; 201203; 201204; 201299; 202101; 202104; 202105; 202110; 202111; 202113; 202114; 202115; 202116; 202117; 202199; 210001; 210002; 210003; 210004; 210005210006; 210007210008; 210015; 14103; 210020; 210021; 210022; 210099; 239401; 239401; 239403; 239406; 239407; 239499; 243002; 243003; 243004; 243005; 243006; 243099; 259201; 259203; 259205; 259206; 259207; 259299; 271005; 272001; 272003; 272004; 290002; 290003; 290099; 351001; 351002; 351003; 351004; 351005; 351006; 351009; 351011; 351012; 351014; 351015; 351017; 351020; 351022; 351024; 351099; 370003; 382201; 382202; 382203; 382205; 382210; 382211; 382214; 382299; 521001; 521002; 521003; 521099; 990101; 990102; 990104; 990105; 990201; 990202; 990203; 990204; 990205; 990207; 990503; 990505; 990513990514; 990515990523; 990524; 243006; 990528; 990529; 990530; 990599; 990601; 990601; 990602; 990603; 990604; 990605; 990610; 990799; 990801; 990802; 990803; 990804; 990899; 990901; 990905; 990906; 990907; 990908; 990909; 990910; 990911; 990912; 990913; 990914; 990999; 991101; 991103; 991405; 991406; 991501; 991502; 991601; 991602; 991603; 991604; 991605
Tipo de residuo IPCC <sup>a</sup>	Categoría CIU <sup>b</sup>
<b>Lodos - aguas domésticas</b>	360001; 360003; 360099; 370001; 370002; 370005; 370099; 381102; 381202
<b>Lodos - Industria Alimentaria</b>	14108; 14109; 14502; 101101; 101103; 101104; 101105; 101107; 101109; 101203; 101304; 101305; 102003; 102004; 103003; 103004; 104004; 105002; 105003; 107203; 107502; 107902; 110303; 110401
<b>Lodos - industria química</b>	201109; 201110; 202106; 202107; 202108; 202109; 202201; 202202; 202302; 202303; 202304; 202306; 210010; 210017; 210019; 239408; 243007; 272006; 290004; 290005; 990405; 990406
<b>Lodos - otros</b>	131103; 131104; 131303; 151106; 151107; 151115; 161005; 161007; 161011; 192004; 382105; 382106



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Tipo de residuo IPCC <sup>a</sup>	Categoría CIU <sup>b</sup>
<b>Lodos - papel</b>	170102; 170107; 170108
<b>Madera</b>	106101; 161002; 161003; 161004; 161012; 170103; 990531; 990532; 990533; 990534; 991409; 991410
<b>Otros</b>	14199; 14599; 14699; 101199; 101299; 101399; 102099; 103099; 104099; 105099; 106105; 106199; 107299; 107999; 110299; 110399; 110499; 120099; 131199; 151199; 161099; 170104; 170105; 170106; 170199; 181099; 202399; 382199; 991408; 991499\
<b>Papel y cartón</b>	120002; 990501; 990511; 990521; 990526; 991403
<b>Productos de petróleo, solventes y plásticos</b>	14113; 192001; 192002; 192003; 192005; 192006; 192007; 192009; 192010; 192013; 192099; 202203; 202204; 202205; 202206; 202208; 202209; 202210; 202213; 202214; 202299; 202301; 222004; 222005; 222007; 222008; 222009; 222012; 222099; 259202; 990301; 990302; 990303; 990304; 990305; 990306; 990307; 990308; 990310; 990311; 990312; 990313; 990314; 990315; 990316; 990317; 990318; 990319; 990399; 990401; 990402; 990502; 990504; 990512; 990522; 990527; 990701; 990702; 990703991001; 991102991301; 991302; 192002; 991404

Notas:

a. Tomado de las categorías de las Directrices del IPCC de 2006, Vol. 5, Cap. 2, p 2.12)

b. Clasificación Industrial Internacional Uniforme, utilizada para las declaraciones juradas de residuos (DJR)

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### *Caracterización de los SEDS*

En función de las características de los SEDs y sus niveles de cobertura dentro de cada departamento, se define una categorización y valores de factores de corrección de metano (FCM) promedio para el departamento. Los datos relativos a los SEDs son proporcionados por el Departamento de residuos sólidos y sustancias del Ministerio de Ambiente, Ministerio de Ambiente<sup>40</sup>, que da seguimiento a los SEDs (ver visualizador Sitios de Disposición Final<sup>41</sup>) y tiene a su cargo la implementación del Plan Nacional de Residuos Sólidos<sup>42</sup> por lo que cuentan con una amplia base de información.

Para completar la serie temporal los datos descriptivos relativos a la construcción y operación de los SDF departamentales se toman de los siguientes estudios realizados en los años 2005 y 2011:

- Programa de saneamiento de Montevideo y área metropolitana. Tercera etapa subproyecto – b. Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y área metropolitana. Anexo: Residuos Sólidos urbanos (Fichtner y LKSur, 2005).
- Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos (CSI, Pittamiglio, 2011).
- Línea de base del Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos (2021).

En la tabla siguiente se presenta la categorización por departamento. Se asume la misma distribución para municipales e industriales.

---

<sup>40</sup> Departamento de residuos sólidos y sustancias del Ministerio de Ambiente

<sup>41</sup> <https://www.ambiente.gub.uy/oan/visualizador-de-sitios-de-disposicion-final/>

<sup>42</sup> [https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos\\_/residuos\\_/](https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos_/residuos_/)

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.18** Disposición de residuos sólidos: Categorización de SEDS.

Departamento	1950-1980	1981-1990	1991-1996	1997	1998-2002	2003-2006	2007	2008-2011	2012-2014	2015-2020	2021-2022
Artigas	NC	NC	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Canelones	NC	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Cerro Largo	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Colonia	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Durazno	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Flores	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Florida	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NGP	NGP
Lavalleja	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NC	NC	NC
Maldonado	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	GA	GA	GA	GA
Paysandú	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Rio Negro	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGP
Rivera	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Rocha	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NGP
Salto	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
San José	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP
Soriano	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tacuarembó	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP
Treinta y Tres	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP	NGPP
Montevideo	NC	NC	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	NGP	GA <sub>co</sub>	GA <sub>co</sub>	GA <sub>co</sub>

Referencias. Asimilable a: No Categorizado (NC); No Gestionado Profundo (NGP); No Gestionado Poco Profundo (NGPP); Gestionado Anaeróbico (GA); Gestionado Anaeróbico con Cubierta Oxidante (GACO). (IPCC, 2006, v5, c 3, cuadro 3.1, p. 3.16)

Fuente: Elaboración propia

Para estimar el ponderado nacional, se toma en cuenta el MCF de cada departamento y la cantidad de residuos depositada, de esta forma la distribución por tipo de SDF varía en la serie temporal separando Montevideo del resto del interior de país.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.19 Disposición de residuos sólidos: Categorización de SEDS interior del país, 1950-2022.

MCF	% Distribución interior				
	Manejado	No manejado	Manejado	No manejado	Sin Categorizar
	Poco profundo	Profundo	Anaeróbico	Semianaeróbico	
Año	0,4	0,8	1	0,5	0,6
1950	15,85%	0,00%	0%	0%	84,15%
1951	15,74%	0,00%	0%	0%	84,26%
1952	15,62%	0,00%	0%	0%	84,38%
1953	15,51%	0,00%	0%	0%	84,49%
1954	15,40%	0,00%	0%	0%	84,60%
1955	15,30%	0,00%	0%	0%	84,70%
1956	15,19%	0,00%	0%	0%	84,81%
1957	15,09%	0,00%	0%	0%	84,91%
1958	14,99%	0,00%	0%	0%	85,01%
1959	14,90%	0,00%	0%	0%	85,10%
1960	14,80%	0,00%	0%	0%	85,20%
1961	14,71%	0,00%	0%	0%	85,29%
1962	14,62%	0,00%	0%	0%	85,38%
1963	14,53%	0,00%	0%	0%	85,47%
1964	14,44%	0,00%	0%	0%	85,56%
1965	14,36%	0,00%	0%	0%	85,64%
1966	14,27%	0,00%	0%	0%	85,73%
1967	14,19%	0,00%	0%	0%	85,81%
1968	14,11%	0,00%	0%	0%	85,89%
1969	14,03%	0,00%	0%	0%	85,97%
1970	13,95%	0,00%	0%	0%	86,05%
1971	13,88%	0,00%	0%	0%	86,12%
1972	13,80%	0,00%	0%	0%	86,20%
1973	13,73%	0,00%	0%	0%	86,27%
1974	13,66%	0,00%	0%	0%	86,34%
1975	13,59%	0,00%	0%	0%	86,41%
1976	13,47%	0,00%	0%	0%	86,53%
1977	13,36%	0,00%	0%	0%	86,64%
1978	13,24%	0,00%	0%	0%	86,76%
1979	13,13%	0,00%	0%	0%	86,87%
1980	13,02%	0,00%	0%	0%	86,98%
1981	12,91%	4,71%	0%	0%	82,38%
1982	12,80%	4,72%	0%	0%	82,48%
1983	12,70%	4,73%	0%	0%	82,57%
1984	12,59%	4,74%	0%	0%	82,67%
1985	12,49%	4,75%	0%	0%	82,76%
1986	12,38%	4,74%	0%	0%	82,88%

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

MCF	% Distribución interior				
	Manejado	No manejado	Manejado	No manejado	Sin Categorizar
	Poco profundo	Profundo	Anaeróbico	Semianaeróbico	
Año	0,4	0,8	1	0,5	0,6
1987	12,27%	4,73%	0%	0%	82,99%
1988	12,17%	4,73%	0%	0%	83,10%
1989	12,07%	4,72%	0%	0%	83,21%
1990	11,97%	4,71%	0%	0%	83,32%
1991	11,88%	4,70%	0%	0%	83,42%
1992	11,78%	4,70%	0%	0%	83,52%
1993	11,69%	4,69%	0%	0%	83,62%
1994	11,61%	4,68%	0%	0%	83,71%
1995	11,52%	4,67%	0%	0%	83,81%
1996	11,45%	4,76%	0%	0%	83,79%
1997	11,39%	25,60%	0%	0%	63,01%
1998	11,34%	54,48%	0%	0%	34,18%
1999	11,29%	54,32%	0%	0%	34,39%
2000	11,26%	54,12%	0%	0%	34,62%
2001	11,25%	53,88%	0%	0%	34,87%
2002	11,25%	53,61%	0%	0%	35,15%
2003	11,25%	57,54%	0%	0%	31,21%
2004	11,22%	57,40%	0%	0%	31,38%
2005	11,16%	57,31%	0%	0%	31,53%
2006	11,11%	57,21%	0%	0%	31,68%
2007	11,07%	63,97%	0%	0%	24,97%
2008	11,02%	55,12%	8,81%	0%	25,05%
2009	10,97%	55,00%	8,91%	0%	25,12%
2010	10,90%	54,90%	9,01%	0%	25,19%
2011	10,84%	54,80%	9,10%	0%	25,26%
2012	8,49%	54,65%	9,08%	0%	27,78%
2013	8,67%	54,53%	9,04%	0%	27,76%
2014	8,85%	54,41%	8,99%	0%	27,74%
2015	9,03%	57,03%	8,94%	0%	25,00%
2016	9,20%	57,06%	8,90%	0%	24,84%
2017	9,36%	57,10%	8,86%	0%	24,69%
2018	9,51%	57,14%	8,82%	0%	24,53%
2019	9,67%	57,18%	8,78%	0%	24,38%
2020	9,67%	57,18%	8,78%	0%	24,38%
2021	6,92%	63,46%	8,78%	0%	20,85%
2022	6,92%	63,46%	8,78%	0%	20,85%

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.20** Disposición de residuos sólidos: Categorización de SEDS Departamento de Montevideo, 1950-2022.

MCF	% Distribución interior				
	Manejado	No manejado	Manejado	No manejado	Sin Categorizar
	Poco profundo	Profundo	Anaeróbico	Semianaeróbico	
Año	0,4	0,8	1	0,5	0,6
1950	0%	0%	0%	0%	100%
1951	0%	0%	0%	0%	100%
1952	0%	0%	0%	0%	100%
1953	0%	0%	0%	0%	100%
1954	0%	0%	0%	0%	100%
1955	0%	0%	0%	0%	100%
1956	0%	0%	0%	0%	100%
1957	0%	0%	0%	0%	100%
1958	0%	0%	0%	0%	100%
1959	0%	0%	0%	0%	100%
1960	0%	0%	0%	0%	100%
1961	0%	0%	0%	0%	100%
1962	0%	0%	0%	0%	100%
1963	0%	0%	0%	0%	100%
1964	0%	0%	0%	0%	100%
1965	0%	0%	0%	0%	100%
1966	0%	0%	0%	0%	100%
1967	0%	0%	0%	0%	100%
1968	0%	0%	0%	0%	100%
1969	0%	0%	0%	0%	100%
1970	0%	0%	0%	0%	100%
1971	0%	0%	0%	0%	100%
1972	0%	0%	0%	0%	100%
1973	0%	0%	0%	0%	100%
1974	0%	0%	0%	0%	100%
1975	0%	0%	0%	0%	100%
1976	0%	0%	0%	0%	100%
1977	0%	0%	0%	0%	100%
1978	0%	0%	0%	0%	100%
1979	0%	0%	0%	0%	100%
1980	0%	0%	0%	0%	100%
1981	0%	0%	0%	0%	100%
1982	0%	0%	0%	0%	100%
1983	0%	0%	0%	0%	100%
1984	0%	0%	0%	0%	100%
1985	0%	0%	0%	0%	100%
1986	0%	0%	0%	0%	100%

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

MCF	% Distribución interior				
	Manejado	No manejado	Manejado	No manejado	Sin Categorizar
	Poco profundo	Profundo	Anaeróbico	Semianaeróbico	
Año	0,4	0,8	1	0,5	0,6
1987	0%	0%	0%	0%	100%
1988	0%	0%	0%	0%	100%
1989	0%	0%	0%	0%	100%
1990	0%	100%	0%	0%	0%
1991	0%	100%	0%	0%	0%
1992	0%	100%	0%	0%	0%
1993	0%	100%	0%	0%	0%
1994	0%	100%	0%	0%	0%
1995	0%	100%	0%	0%	0%
1996	0%	100%	0%	0%	0%
1997	0%	100%	0%	0%	0%
1998	0%	100%	0%	0%	0%
1999	0%	100%	0%	0%	0%
2000	0%	100%	0%	0%	0%
2001	0%	100%	0%	0%	0%
2002	0%	100%	0%	0%	0%
2003	0%	100%	0%	0%	0%
2004	0%	100%	0%	0%	0%
2005	0%	100%	0%	0%	0%
2006	0%	100%	0%	0%	0%
2007	0%	100%	0%	0%	0%
2008	0%	100%	0%	0%	0%
2009	0%	100%	0%	0%	0%
2010	0%	100%	0%	0%	0%
2011	0%	100%	0%	0%	0%
2012	0%	0%	100%	0%	0%
2013	0%	0%	100%	0%	0%
2014	0%	0%	100%	0%	0%
2015	0%	0%	100%	0%	0%
2016	0%	0%	100%	0%	0%
2017	0%	0%	100%	0%	0%
2018	0%	0%	100%	0%	0%
2019	0%	0%	100%	0%	0%
2020	0%	0%	100%	0%	0%
2021	0%	0%	100%	0%	0%
2022	0%	0%	100%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### *Captación de Biogás*

En el vertedero de la ciudad de Montevideo (aproximadamente 40% de la población nacional), Felipe Cardozo, se realiza captura y quema de biogás desde el año 2012, mientras que, en el vertedero de Las Rosas, departamento de Maldonado se capta biogás para generación de energía eléctrica desde 2007. Los valores de captación son informados por ambos SEDS.

**TABLA 7.21** Disposición de residuos sólidos: Captura de metano (kt).

Año	kt CH <sub>4</sub>		
	Felipe Cardozo	Las Rosas	TOTAL
2007		0,54	0,54
2008		0,55	0,55
2009		0,59	0,59
2010		0,71	0,71
2011		0,56	0,56
2012	0,4	0,58	0,98
2013	2,6	0,61	3,24
2014	2,2	0,79	3,01
2015	1,8	0,75	2,58
2016	3,8	0,76	4,52
2017	2,7	0,74	3,44
2018	2,8	0,74	3,51
2019	2,8	0,75	3,58
2020	2,5	0,7	3,3
2021	3,6	0,7	4,3
2022	3,0	0,7	3,6

Fuente: Elaboración propia

### *Parámetros generales*

En la Tabla siguiente se describen los criterios adoptados, en base a las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006.



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.22** Disposición de residuos sólidos: Parámetros.

Parámetro	Criterio	Comentarios
Región	América del Sur	
Zona Climática	Boreal y Templada, húmeda	Categoría para regiones con $\text{MAT} \leq 20^{\circ}\text{C}$ y $\text{MAP} / \text{PET} > 1^{\text{a}}$
Datos de Actividad	Nacionales	Los datos históricos sobre la eliminación de desechos basados en datos específicos del país (estadísticas, estudios, etc.) <sup>b</sup> .
Enfoque	Por composición de desechos	Se tienen datos nacionales de composición <sup>c</sup> .
Año de comienzo	1950	Se estima adecuado en función de las condiciones nacionales (clima, composición de los residuos, gestión) <sup>d</sup> .
DOC <sup>f</sup>	0,500	Tiempo estimado entre la deposición del residuo y la producción plena de $\text{CH}_4$ . Valor promedio por defecto <sup>e</sup> .
Tiempo de retardo (meses)	6	Tiempo estimado entre la deposición del residuo y la producción plena de $\text{CH}_4$ . Valor promedio por defecto <sup>e</sup> .
F <sup>e</sup>	0,500	F = fracción volumétrica de $\text{CH}_4$ en el gas de vertedero generado. Valor por defecto <sup>f</sup> .
Factor de conversión C a $\text{CH}_4$ <sup>d</sup>	1,333333	Cociente de pesos moleculares 16/12.

Notas:

a. MAT= temperatura media anual / MAP= Precipitación media anual / PET=evapotranspiración potencial. Se considera el promedio de los MAT, MAP y PET durante la serie temporal, según lo indicado por la estación meteorológica representativa más cercana. (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 3, cuadro 3.3, p 3.18)

b. (IPCC, 2006, Vol. 5 Cap. 3, p 3.6)

c. (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 3, p 3.11)

d. (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 3, p 3.11)

e. (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 3, p 3.20)

f. (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 3, p 3.16)

Fuente: elaboración propia

### *Parámetros asociados a la composición de los residuos*

Se utilizan los valores de carbono orgánico degradable (DOC) y constante de reacción (K) por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para clima boreal templado, húmedo que se presentan en las siguientes tablas.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.23** Disposición de residuos sólidos: Parámetros asociados a la composición para los residuos municipales.

Residuo <sup>a</sup>	DOC <sup>a</sup>	k <sup>b</sup>	Tipo de desecho <sup>b</sup>
Alimentos	0,150	0,185	Desechos de degradación rápida
Jardín	0,200	0,100	Desechos de degradación moderada
Papel	0,400	0,060	Desechos de degradación lenta Papeles, textiles
Madera	0,430	0,030	Desechos de degradación lenta madera
Textil	0,240	0,060	Desechos de degradación lenta Papeles, textiles
Pañales	0,240	0,050	Desechos de degradación lenta Papeles, textiles. Valor mínimo del rango.
Plásticos y otros inertes	-	-	

Notas:

a. DOC por tipo de residuo = Carbono orgánico degradable durante el año de deposición. Porcentaje del peso en base húmeda. Valores por defecto Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 2, Cuadro 2.4, p. 2.15)

b. K= constante de reacción  $\ln(2)/t_{1/2}$ . Valores por defecto para clima boreal templado, húmedo (IPCC 2006, v5, c. 3, Cuadro 3.3 p. 3.18)

Fuente: elaboración propia

**TABLA 7.24** Disposición de residuos sólidos: Parámetros para los residuos industriales según composición - Montevideo.

Tipo de residuo <sup>a</sup>	DOC <sup>a</sup>	Composición (SIA)	k <sup>b</sup>	Tipo de desecho <sup>b</sup>
Alimentos, bebidas y tabaco	0,15	51		
Lodos	0,09	10		
Madera	0,43	0		
Otros	0,01	4		
Papel cartón	0,4	2		
Productos petróleo solventes	0	10		
Textil	0,24	1		
Inertes	0	22		
Valor utilizado para el cálculo	0,10 <sup>c</sup>	100%	0,09	Desechos brutos

Notas:

a. (IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 2, apartado. 2.3.2). Para los lodos se calcula a partir de promedio ponderado de la composición (fuente Declaraciones Juradas de Residuos, SIA). Se adopta DOC=0,5 para lodos de tratamiento de aguas residuales domésticas, DOC = 0,27 para lodos de la industria papelera y DOC = 0,09 para otras industrias.

b. k= constante de reacción. Valores por defecto para clima boreal templado, húmedo (IPCC, 2006, Vol.5, Cap. 3, Cuadro 3.3 p 3.18)

c. Promedio ponderado en base a la composición de los años para los que se tiene información.

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.25** Disposición de residuos sólidos: Parámetros para los residuos industriales según composición - interior.

Tipo de residuo <sup>a</sup>	DOC <sup>a</sup>	Composición (SIA)	k <sup>b</sup>	Tipo de desecho <sup>b</sup>
Alimentos, bebidas y tabaco	0,15	9%		
Lodos	0,32	8%		
Madera	0,43	6%		
Otros	0,01	48%		
Papel cartón	0,4	1%		
Productos petróleo solventes	0	1%		
Textil	0,24	0.3%		
Inertes	0	27%		
Valor utilizado para el cálculo	0,08c	100%	0,07	Desechos brutos

Notas:

d. (IPCC 2006, Vol. 5, Cap. 2, apartado. 2.3.2). Para los lodos se calcula a partir de promedio ponderado de la composición (fuente Declaraciones Juradas de Residuos, SIA). Se adopta DOC=0,5 para lodos de tratamiento de aguas residuales domésticas, DOC = 0,27 para lodos de la industria papelera y DOC = 0,09 para otras industrias.

e. k= constante de reacción. Valores por defecto para clima boreal templado, húmedo (IPCC, 2006, Vol.5, Cap. 3, Cuadro 3.3 p 3.18)

f. Promedio ponderado en base a la composición de los años para los que se tiene información.

Fuente: elaboración propia

### *Parámetros asociados al tipo de SEDS*

Para cada departamento se asignó (en base a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 según el tipo de gestión), un valor promedio de factor de conversión de metano (MCF) de acuerdo con los tipos de vertedero existentes y tipo de gestión.

Para el cálculo se consideran aparte Montevideo y el resto del país. Para Montevideo se utiliza el promedio definido para el departamento. Para el resto del país se utiliza un promedio global calculado en función del MCF (Factor de Conversión de Metano, por sus siglas en inglés) de cada Departamento y la cantidad de residuos depositada. Para el factor de oxidación (Ox) se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Se considera Gestionado con Cubierta oxidante Felipe Cardoso (Montevideo) desde el año 2012.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.26** Disposición de residuos sólidos: Valores de MCF y Ox.

Tipo de SDF <sup>a</sup>	OX <sup>b</sup>	MCF <sup>a</sup>
No Caracterizado	0	0,6
No Gestionado Poco Profundo	0	0,4
No Gestionado Profundo	0	0,8
Gestionado Anaeróbico	0	1
Gestionado Anaeróbico con Cubierta Oxidante	0,1	1

Notas:

a. (IPCC, 2006, v5, c 3, cuadro 3.1, p 3.17)

b. (IPCC, 2006, v5, c 3, apartado 3.2.3, p 3.17)

Fuente: elaboración propia

En las siguientes tablas se presenta un resumen de las fuentes de datos para la definición de los datos de actividad y los factores de emisión para la serie temporal.

**TABLA 7.27** Disposición de residuos sólidos: Resumen de fuentes para los datos de actividad para la serie temporal.

Datos de Actividad	
Fuente	Descripción
Estadística INE <sup>a</sup>	Población: · Datos censales de 1963, 1975, 1985 y 1996, 2011, 2023. · Proyección estadística del INE rev.2013
Bibliográfica <sup>b</sup> SEDS <sup>c</sup>	Residuos ingresados a vertedero en Montevideo: · 1990-2002: datos de ingreso a vertedero relevados para informe proyecto UNFCCC <sup>b</sup> · 2003 en adelante: datos directos de pesaje en SEDS <sup>c</sup>
Bibliográfica <sup>d</sup>	Tasa de generación RSU todo el país menos Montevideo: Datos de generación per cápita para los años 1995, 2011 y 2019 (línea de base del Plan Nacional de Gestión de Residuos).
Estadística MEF <sup>e</sup>	Serie de PBI anual per cápita. Base año 2016.
Inventario GEI Intendencia de Montevideo <sup>f</sup>	Factor de ingreso a vertedero Montevideo con respecto a residuos generados.
Relevamiento DINACEA Bibliográfica <sup>g</sup> Juicio Experto <sup>h</sup>	Factor de ingreso a vertedero (interior) con respecto a residuos generados: Proporcionado por la DINACEA <sup>h</sup> en base a los datos relevados en 2011 <sup>g</sup> por la fuente bibliográfica y en 2019 por el Ministerio de Ambiente para la línea de base del Plan Nacional de Gestión de Residuos.
Bibliográfica <sup>ij</sup>	Composición RSU: Para 2013 se cuenta con la composición media de los residuos para los departamentos de Montevideo, Canelones, San José, Salto, Paysandú, Tacuarembó y para la ciudad de Melo (Cerro Largo) según estudio de ALUR 2013 <sup>i</sup> . Para el resto de los departamentos se promedian los datos de interior. Para completar la serie temporal se utilizan los datos de composición para la Ciudad de Buenos Aires para los años 1972, 1991, 2005 y 2011 (como referencia) <sup>j</sup> . Como referencia nacional, el Plan Nacional de Gestión de residuos presenta en su línea de base, una composición nacional elaborada por la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA) <sup>i</sup> .

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

SIA <sup>k</sup>	Volumen y composición de residuos industriales depositados en SED: Datos a partir de 2014.
Relevamiento DINACEA Bibliográfica <sup>h, n</sup> Juicio Experto <sup>m</sup>	Caracterización SEDs de acuerdo con tipo de gestión ponderada departamental
SEDS	Metano Recuperado: Los datos son proporcionados por los dos vertederos que recuperan (Felipe Cardozo en Montevideo desde 2012, Las Rosas en Maldonado desde 2007).

### Notas:

- a. INE: Instituto Nacional de Estadística. Para 2023 se cuenta con el valor total país. Hasta la publicación de nuevos datos se mantiene el porcentaje de distribución departamental de 2011.
- b. CDM project activity "Montevideo Landfill Gas Capture and Flare Project" (UNFCCC Reg. No. 1349).
- c. SEDS Felipe Cardozo en Montevideo
- d. Plan Nacional de Gestión de Residuos (Ministerio de Ambiente, 2019), CSI, Pittamiglio. (2011). Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos, CEPIS/OPS (1996). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Uruguay
- e. Datos de Evolución del PBI per cápita en base 2016 del Ministerio de Economía y Finanzas
- f. Intendencia Municipal de Montevideo
- g. (CSI I, 2011)
- h. Elaboración para el PNGR en base a (ALUR, 2013) y (ALUR, 2015)
- i. (ALUR, 2013)
- j. (FIUBA, 2005); (FIUBA, 2011)
- k. Sistema de Información Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente.
- l. Departamento de residuos sólidos y sustancias del Ministerio de Ambiente
- m. Sub GdT Residuos - Ministerio de Ambiente e Intendencia Municipal de Montevideo (documento de respaldo en elaboración)
- n. (FITCHNER, LKSur, 2013)

Fuente: elaboración propia

**TABLA 7.28 Disposición de residuos sólidos: Resumen de fuentes de parámetros para la serie temporal.**

Datos de Actividad		
Fuente	Tipo	Descripción
(IPCC, 2006, v5, c 2, Cuadro 2.4 p 2.15)	D	DOC <sub>dom</sub> : a partir de valores COD por defecto para tipo de residuo y valores de composición nacional.
(IPCC, 2006, v5, c. 2, apartado. 2.3.2) Sistema de Información Ambiental	D/PE	DOC <sub>ind</sub> : a partir de valores COD por defecto para tipo de residuo y valores de composición nacional.
(IPCC, 2006, v5, cap. 3, Cuadro 3.3 p. 3.18)	D	Constante de generación de metano (k) anual: por defecto para clima templado húmedo: Se detallan en apartado 1.1.2.8.
(IPCC, 2006, v5, cap. 3, p. 3.15)	D	Fracción de carbono degradable (DOC <sub>f</sub> ) = 0,5 kt de C/kt de desechos.
(IPCC 2006, v5, c. 3, p. 3.20)	D	Tiempo de retardo: 6 meses, valor promedio por defecto.
(IPCC 2006, v5, c 3, Cuadro 3.2, p 3.17)	D	O <sub>x</sub> =0 para todo el país, excepto para Montevideo a partir de 2011 que se considera O <sub>x</sub> =0,1.
(IPCC, 2006, v5, c. 3, cuadro 3.1, p 3.16) Datos de Actividad	D/PE	MCF: se calcula valor nacional a partir de los valores de MCF por defecto (1) para cada categoría de SEDS, ponderado según la masa de residuos recibida en por cada uno (2).

Referencias (Defecto), PE (País Específico)

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

En la tabla siguiente se resumen los tipos de residuos y gestión considerados para la evaluación de la exhaustividad de acuerdo con la Sección 3.5 del Capítulo 3 del Volumen 5 de las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 7.29** Disposición de residuos sólidos: Tipos de residuos y SEDS incluidos en las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub>.

Fuentes		Consideradas
Tipo de desecho	Desechos Sólidos municipales (DSM)	Sí
	Lodos de aguas servidas municipales e industriales que se disponen en los SEDS	Sí
	Desechos sólidos industriales	Sí
	Residuos de las plantas de tratamiento mecánico y biológico	Sí, pero no desagregado
Tipos de gestión	SEDS gestionados	Sí
	SEDS no gestionados	Sí

Fuente: elaboración propia

### 7.2.3. 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 7.30** 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 SEDS	30
Composición de desechos	30
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 <sub>4</sub> en el gas de vertedero generado (F)	5
Recuperación de metano (R)	10
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).

CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 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 7.31 Disposición de residuos sólidos: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	51,96	49,40	67,3

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

7.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para completar la serie temporal de los datos de actividad se utiliza información de diversas fuentes con alcances temporales diferentes. La sistemática para completar los datos faltantes se basa en las técnicas de empalme recomendadas por las Directrices del IPCC de 2006<sup>43</sup>. En la siguiente tabla se resumen los datos para los que se realizaron empalmes y a continuación, las consideraciones realizadas en cada caso para la elección del método.

Como parte del análisis de resultados y del control de calidad se analiza la coherencia de la serie a partir de la evolución de las tendencias, de manera de validar las técnicas empleadas<sup>44</sup>.

<sup>43</sup> (IPCC, 2006. Vol. 1, Cap. 5, Coherencia de la serie temporal)

<sup>44</sup> Ministerio de Ambiente, Intendencia de Montevideo -Revisión metodológica del subgrupo Desechos del GdT INGEI 2024, Min (no publicado)

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.32 Disposición de residuos sólidos: Datos a los que se aplicaron técnicas de empalme.**

Tipo de dato	Acción realizada
Población	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1950–1963: Se proyecta hacia atrás la pendiente de los datos censales de 1963 y 1975 (extrapolación)</li> <li>· 1963–1996: Se interpola de forma lineal, considerando los datos censales de 1963,1975,1985,1996</li> <li>· 1996–2011: Se utilizan los datos del censo de 2011 y para los demás años la proyección realizada por el INE (INE,2013) basadas en el método de los componentes demográficos (proyecciones mortalidad, natalidad, etc, en base a escenarios).</li> <li>· 2011-2023: Interpolación lineal en base a datos censales de 2011 y 2023.</li> </ul>
Volumen de residuos ingresados en SEDs- Montevideo	<p>Se cuenta con datos relevados a partir del año 1990. Para completar la serie para los años 1950 a 1989, se define para 1990 una tasa de generación per cápita, a partir del dato de residuos ingresados y la población. Se vincula la evolución de la tasa de generación a un dato conocido, la evolución del PBI per cápita y se utiliza esta relación para obtener los datos de generación per cápita para los años 1950-1989. Este valor se multiplica por el valor de población definido para cada año. El porcentaje de residuos que ingresa a vertedero se asume constante en función de la evolución de las condiciones de gestión y el grado de urbanización (juicio experto).</p>
Volumen de residuos ingresados en SEDs - Resto del país	<p>Se cuenta con los datos de generación per cápita definidos para la línea de base (año 2019) del Plan Nacional de Gestión de Residuos y los años 1995 y 2011 (ver fuentes en la tabla 46). Para completar la serie hasta 1995 y a partir de 2019, se vincula la evolución de la tasa de generación a un dato conocido, la evolución del PBI per cápita y se utiliza esta relación para completar los datos de generación per cápita. Para los años comprendidos en los intervalos 1995–2011 y 2011–2019 la tasa de generación per cápita se calcula por interpolación lineal. Este valor se multiplica por el valor de población definido para cada año. El porcentaje de residuos que ingresa a vertedero (cobertura de recolección y disposición final en SDF) es proporcionado por DINACEA de acuerdo a su análisis de la evolución de las condiciones de gestión, de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1950–2011: Se toman los valores de cobertura por departamento relevados en 2011 (CSI I, 2011). En función de la evolución de las condiciones de gestión se asumen constantes.</li> <li>· 2011–2018 se realiza una interpolación lineal a partir de los datos del relevamiento de 2011 (CSI I, 2011) y el relevamiento de 2019 para la línea de base del PNGR (Ministerio de Ambiente, 2019).</li> <li>· 2019 en adelante: Se asumen constantes los valores de 2019.</li> </ul>
Composición	<p>Se cuenta con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· datos nacionales relevados en el año 2013 para los residuos domiciliarios y para los residuos industriales a partir de 2014 con la información del tipo de residuo depositado en vertedero reportado al SIA (declaraciones juradas, informes de operación, etc.).</li> <li>· datos relevados para la Ciudad de Buenos Aires para los años 1972, 1991, 2005, 2011.</li> </ul> <p>Para los residuos municipales se considera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· de acuerdo con la proximidad física y cultural y la interacción económica (hasta el año 2015) es razonable asimilar la evolución de la composición nacional a la de la CABA,</li> <li>· de 1950 a 1972 y a partir de 2013 la composición se mantiene constante,</li> </ul> <p>Los datos de composición se estiman de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1950–1972 - Se mantienen constantes datos de 1972 CABA</li> <li>· 1991, 2005 - Datos CABA</li> <li>· 1973–1990, 1992-2004 - Interpolación datos CABA</li> <li>· 2006–2013 - Interpolación datos CABA-Datos nacionales</li> <li>· 2013 - Datos nacionales</li> <li>· 2013 - en adelante se mantienen constantes</li> </ul> <p>Para los residuos industriales se promedia la información de los años con información y se asume constante para toda la serie. Estos supuestos se basan en el juicio experto del Departamento de residuos sólidos y sustancias del Ministerio de Ambiente.</p>

Fuente: elaboración propia



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.33** Disposición de residuos sólidos: Análisis de aplicabilidad de las técnicas de empalme para los datos de población.

Método	Condición necesaria	Población							
		1950–1963		1963–1996		1996–2011		2011–2023	
		Cumple	Aplica	Cumple	Aplica	Cumple	Aplica	Cumple	Aplica
Interpolación	Se cuenta con los datos necesarios para años intermitentes de la serie temporal	x		✓ <sup>c</sup>		! <sup>e</sup>		✓	
	No se presentan grandes fluctuaciones anuales.	✓	No	✓	Si <sup>d</sup>	✓	Si <sup>e</sup>	✓	Si <sup>f</sup>
	Deben mantenerse las condiciones a.	✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓	
Extrapolación de tendencias	Los datos faltantes están al comienzo o al final de la serie temporal	✓		x		x		x	
	La tendencia es constante a través del tiempo	✓		NA		✓		✓	
			Si <sup>b</sup>		No		No		No
	No debe emplearse en periodos prolongados.	!		NA		!		!	
	Deben mantenerse las condiciones a.	✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓	

Notas:

a. Se mantiene la evolución tendencial de los indicadores demográficos (Calvo, 2011).

b. Se mantiene la pendiente 1963-1975 y se proyecta hacia atrás.

c. Se cuenta con la información censal de los años 1963, 1975, 1985 y 1996

d. Se interpola de forma lineal considerando los datos censales disponibles.

e. Se cuenta con los datos de los censos de 1996 y 2011. Para completar el período, se utilizan las proyecciones realizadas por el INE (2013), basadas en el método de los componentes demográficos (proyecciones mortalidad, natalidad, etc, en base a escenarios).

f. Se cuenta con el dato del total de la población del censo del año 2023.

Referencias: ✓= Se tiene / x = No se tiene / ! = Parcial / NA = No Aplica

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.34 Disposición de residuos sólidos: Análisis de aplicabilidad de las técnicas de empalme para los datos de generación de residuos.**

Método	Condición necesaria	Volumen de residuos ingresados en SEDs en _Montevideo				Volumen de residuos ingresados Seds_Resto <sup>d</sup>			
		1950–1990		1990–		1950–1995 2019–		1995–2011 2011–2019	
		Cumple	Aplica	Cumple	Aplica	Cumple	Aplica	Cumple	Aplica
Superposición parcial	Debe contarse con resultados superpuestos preferentemente de más de un año para los grupos de datos a considerar.	x	No	✓	Si	x	No	x	No
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	NA		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		NA	
	Tendencias coherentes	NA		✓ <sup>c</sup>		NA		NA	
Datos sustitutos	Los nuevos parámetros están muy relacionados con otros datos indicativos, conocidos y fácilmente accesibles	✓ <sup>a</sup>	Si	✓ <sup>a</sup>	NA	✓ <sup>a</sup>	Si	✓ <sup>a</sup>	No
	No debe emplearse para períodos prolongados.	!		NA		!		!	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	✓ <sup>b</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>	
Interpolación	Se cuenta con los datos necesarios para años intermitentes de la serie temporal	x	No	NA	NA	✓ <sup>f</sup>	No	✓ <sup>f</sup>	Si
	No se presentan grandes fluctuaciones anuales.	NA		NA		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	NA		NA		✓ <sup>a</sup>		✓ <sup>a</sup>	
Extrapolación de tendencias	Los datos faltantes están al comienzo o al final de la serie temporal	✓	Si	NA	NA	✓ <sup>e</sup>	Si	✓ <sup>a</sup>	No
	La tendencia es constante a través del tiempo	! <sup>a</sup>		NA		✓ <sup>a</sup>		NA	
	No debe emplearse en períodos prolongados.	!		NA		!		NA	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	✓ <sup>ab</sup>		NA		✓ <sup>ab</sup>		NA	

Notas:

a. La evolución de la generación de residuos se asocia a la evolución de la población (Ver tabla 7.27) y su poder adquisitivo indicado por el PBI per cápita (Ministerio de Economía y Finanzas). La evolución del % de cobertura se asocia a la evolución de la población urbana (Ministerio de Ambiente, 2019, cap. 2 p.180)

b. La evolución de las condiciones de gestión de los residuos, es conocida y se mantiene en la serie.

c. Entre este período con datos directos de pesaje y el período anterior (calculado aplicando extrapolación a partir de datos relacionados) se mantienen la tendencia y los resultados son coherentes (juicio experto del Departamento de residuos sólidos y sustancias del Ministerio de Ambiente).

d. Todo el país excepto Montevideo.

e. Se toman los datos de la Línea de base de 2019 del Plan Nacional de Gestión de Residuos Ministerio de Ambiente (2019).

f. Se cuenta con datos de relevamiento en 1995 (CEPIS, 1995), 2011 (CSI, 2011) y 2019 (fuente: DINACEA)

Referencias: ✓= Se tiene / x = No se tiene / ! = Parcial / NA = No Aplica

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.35** Disposición de residuos sólidos: Análisis de aplicabilidad de las técnicas de empalme para los datos de generación de residuos.

Método	Condición necesaria	Composición					
		1950-1972		1972-2013		2013-	
		Cumple	Aplica	Cumple	Aplica	Cumple	Aplica
Superposición parcial	Debe contarse con resultados superpuestos preferentemente de más de un año para los grupos de datos a considerar.	x	No	x		x	No
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	NA		NA		NA	
	Tendencias coherentes	NA		NA		NA	
Datos sustitutos	Los nuevos parámetros están muy relacionados con otros datos indicativos, conocidos y fácilmente accesibles	! <sup>a</sup>	Si	✓ <sup>a</sup>		x	No
	No debe emplearse para períodos prolongados.	!		!		NA	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	✓		✓		✓	
Interpolación	Se cuenta con los datos necesarios para años intermitentes de la serie temporal	x	No	✓ <sup>a</sup>		x	No
	No se presentan grandes fluctuaciones anuales.	✓		✓ <sup>b</sup>		NA	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	!		✓ <sup>b</sup>		✓	
Extrapolación de tendencias	Los datos faltantes están al comienzo o al final de la serie temporal	✓	No	NA		✓	Si
	La tendencia es constante a través del tiempo	!		NA		✓ <sup>c</sup>	
	No debe emplearse en períodos prolongados.	!		NA		!	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	!		NA		✓ <sup>c</sup>	

Notas:

a. En base a los datos de los relevamientos disponibles (ver fuente de datos) y la vinculación económica y cultural para el período considerado, se entiende razonable asumir que el contexto nacional y para la Provincia de Buenos Aires son comparables y la composición 1950-1972 estable.

b. La evolución de los datos es coherente con los cambios en el consumo (introducción del uso de pañales y apósitos descartables, envases de plástico).

c. Se entiende razonable asumir que, a partir de 2013 la composición se mantiene estable.

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.3. Tratamiento biológico de desechos sólidos (CRT 5.B)

#### 7.3.1. Descripción de la categoría

En esta sección se presenta la información referente al *tratamiento biológico de desechos 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 ( $\text{CO}_2$ ) biogénico. El  $\text{CH}_4$  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  $\text{N}_2\text{O}$  (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  $\text{CH}_4$  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).

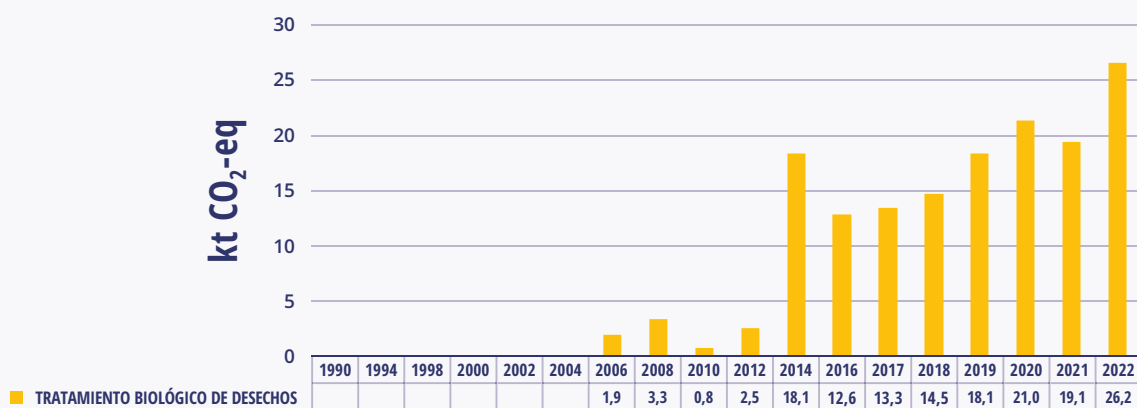
En Uruguay se registran actividades de compostaje.

#### 7.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones por esta categoría en 2022 fueron de 0,6 kt de metano (1,0 % del sector) y 3,6E-2 kt  $\text{N}_2\text{O}$  (13 % del sector), manteniéndose en el orden de las emisiones registradas en el último periodo.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

FIGURA 7.10 Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

La tendencia en las emisiones de la categoría de Tratamiento biológico de desechos muestra un incremento gradual y significativo en las emisiones desde 2006 hasta 2022. En 2006, las emisiones fueron de solo 1,9 kt CO<sub>2</sub>-eq, mientras que en 2022 alcanzaron 26,2 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo cual representa un aumento total 1.279% a lo largo de la serie temporal.

Este crecimiento es especialmente notorio a partir de 2014, cuando las emisiones comenzaron a superar consistentemente los 10 kt CO<sub>2</sub> eq, alcanzando un primer pico de 18,1 kt CO<sub>2</sub> eq en ese mismo año. Luego, entre 2016 y 2022, se observa una tendencia de aumentos y disminuciones, pero en niveles altos, culminando en el valor máximo de 26,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Esto podría indicar un incremento en la adopción de procesos de tratamiento biológico de residuos en el país o mejoras en la capacidad de captura de datos de estas actividades (DJR), lo que genera una mayor contribución al total de emisiones en esta categoría en los últimos años.

### 7.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría Tratamiento biológico de desechos sólidos se utilizó una metodología de Nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, con factores de emisión por defecto.

Solo se cuenta con información procesada a partir del año 2014, proveniente de las declaraciones juradas de residuos (DJR) establecidas por el Decreto N° 182 del Poder Ejecutivo del año 2013. La información fue proporcionada por el SIA del MA.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Adicionalmente para este inventario se contó con información del sitio de tratamiento biológico de residuos sólidos bajo órbita de la Intendencia de Montevideo desde el año 2006. No fue ingresada información de años anteriores por falta de datos de actividad. Asimismo, los parámetros de factor de emisión utilizados fueron por defecto para la región y el clima. Se estima que en la medida que se vaya relevando más información durante más años, proveniente de declaraciones juradas anuales, se podrá realizar extrapolaciones u otra técnica de empalme para años anteriores.

**TABLA 7.36** Tratamiento biológico de residuos sólidos: cantidad de residuos (kt) compostada, serie 2006-2022.

Año	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tratamiento biológico de desechos	4,3	7,6	1,7	5,6	15,1	28,7	30,2	33,0	41,2	47,9	43,6	59,6

Fuente: Elaboración propia

### Metano

Las emisiones de metano procedente de los diferentes procesos de tratamiento biológicos se estiman a partir de la siguiente ecuación:

**TABLA 7.37** Tratamiento biológico de residuos sólidos: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub>.

<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> = <math>\sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R(a)</math></b>		
Símbolo	Descripción	Unidad
Emisiones de CH <sub>4</sub>	Total de las emisiones de CH <sub>4</sub> durante el año de inventario	kt de CH <sub>4</sub>
M <sub>i</sub>	Masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico <i>i</i>	kt
EF <sub>i</sub>	Factor de emisión del tratamiento <i>i</i> (b)	g de CH <sub>4</sub> /kg de residuos tratados
i	Preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica	
R	Cantidad total de CH <sub>4</sub> recuperado durante el año del inventario (c)	kt de CH <sub>4</sub>

Notas:

a. Ecuación 4.1; Capítulo 4; Volumen 5; Directrices IPCC de 2006

b. Directrices del IPCC de 2006: Cuadro 4.1; Capítulo 4; Volumen 5

c. No Ocurre en Uruguay

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### Óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso procedente de los diferentes procesos de tratamiento biológicos se estiman a partir de la siguiente ecuación:

**TABLA 7.38** Tratamiento biológico de residuos sólidos: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub>.

$Emisiones_{N_2O} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} (a)$		
Símbolo	Descripción	Unidad
Emisiones de N <sub>2</sub> O	Total de las emisiones de N <sub>2</sub> O durante el año de inventario	kt de N <sub>2</sub> O
M <sub>i</sub>	Masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico <i>i</i>	kt
EF <sub>i</sub>	Factor de emisión del tratamiento <i>i</i> (b)	g de N <sub>2</sub> O/kg de residuos tratados
<i>i</i>	Preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica	

Notas:

a. Ecuación 4.2; Capítulo 4; Volumen 5; Directrices IPCC de 2006.

b. Directrices del IPCC de 2006; Cuadro 4.1; Capítulo 4; Volumen 5

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

### 7.3.4. Incertidumbre específica de la categoría

En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que se consideraron las recomendadas por las Directrices del IPCC de 2006 (Cuadro 3.5; Capítulo 3, Volumen 5 para los datos de actividad y Cuadro 4.1; Capítulo 4; Volumen 5 para los factores de emisión). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la siguiente tabla:

**TABLA 7.39** Tratamiento biológico de residuos: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	42,4	100	108,6
5.A.	Disposición de residuos sólidos	N <sub>2</sub> O	42,2	100	108,6

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

## **CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)**

### **7.3.5. Consistencia de la serie temporal de la categoría**

Se utiliza el mismo método y factores de emisiones para toda la serie temporal. En cuanto a los datos de actividad, no se cuenta con datos para años anteriores a 2006 y se reporta como NE, a la espera de contar con más años en la serie estimada para utilizar una técnica de empalme adecuada.

## **7.4. Incineración e incineración abierta de residuos (CRT 5.C.)**

### **7.4.1. Descripción de la categoría**

La categoría Incineración e incineración abierta de residuos incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía que apuntan a la combustión de materiales principalmente no deseados y específicamente la incineración abierta en donde se liberan directamente al aire o a través de dispositivos de incineración que no controlan el aire salida de la combustión. Las subcategorías incluidas son (IPCC, 2006):

- 5.C.1. Incineración de residuos
- 5.C.2. Quema abierta de residuos

De acuerdo con la normativa nacional (Decreto 436/007), la quema abierta de residuos es una práctica ilegal en Uruguay, por lo que no se cuenta con registros estadísticos al respecto. Sin embargo, se sabe que ocurren. Por este motivo, y a los efectos de evaluar su incidencia potencial en el total de las emisiones, se realiza una estimación en base a datos de referencia de las Directrices del IPCC de 2006 que justifica la insignificancia de las mismas.

Por otro lado, existe en el país la eliminación de residuos industriales y peligrosos mediante quema en incineradores.

### **7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI**

Para Incineración de residuos solo se contó con información a partir de la entrada en vigencia del Decreto 182/13.

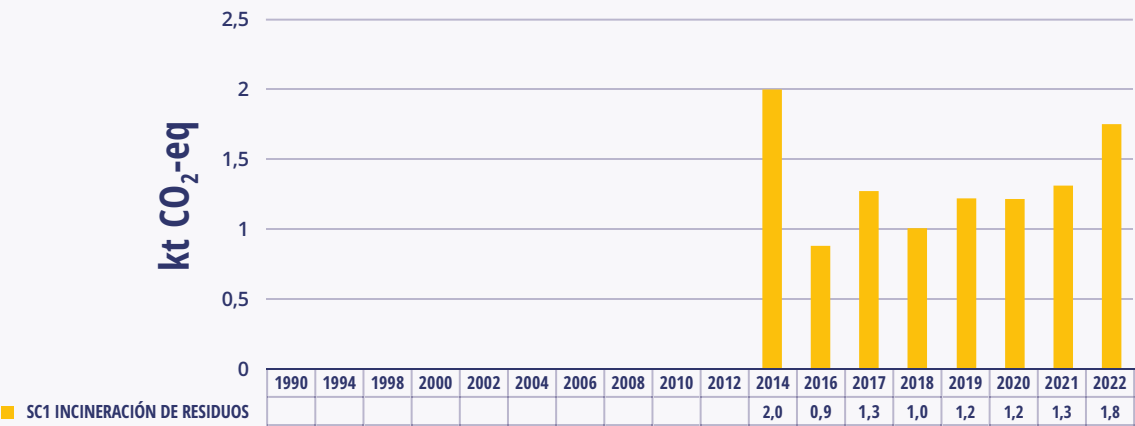
Las emisiones se contabilizaron como incineración de residuos industriales, incluyendo material biológico y peligroso. Se espera en futuras ediciones poder desagregar estas emisiones. Se estimó una emisión de 1,7 kt de CO<sub>2</sub> (100% del sector Residuos), 6,3 E-5 kt CH<sub>4</sub> y 1,1 E-4 kt N<sub>2</sub>O.



CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Las emisiones de la incineración de residuos han mostrado una tendencia fluctuante en la serie temporal analizada. En 2014, las emisiones totales alcanzaron 2,0 kt CO<sub>2</sub>-eq, con una disminución en los años siguientes hasta llegar a 0,9 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2016. A partir de entonces, hubo variaciones ligeras, aumentando de nuevo a 1,8 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. En términos de crecimiento total desde 2014 hasta 2022, las emisiones han tenido una reducción neta de 0,2 kt CO<sub>2</sub>-eq, aunque con fluctuaciones interanuales significativas.

FIGURA 7.11 Incineración: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

Esta es la única categoría del sector en la cual se estiman todos los GEI indirectos, se obtuvieron en 2022: 9,15E-04 kt NO<sub>x</sub>; 7,36E-05 kt CO; 7,79E-03 kt COVDM y 4,94E-05 kt SO<sub>2</sub>.

7.4.2.1. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de ambas subcategorías Incineración e Incineración abierta de desechos, 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 Quema Abierta de desechos se estima como insignificante y se reporta como NE.

7.4.3. Incineración de desechos (5.C.1.)

7.4.3.1. Descripción de la subcategoría

Esta categoría considera las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas en la incineración controlada de residuos sin recuperación de energía. Los incineradores controlados poseen cámaras de combustión diseñadas para funcionar a altas temperaturas y producir una combustión más completa. Se incluyen residuos de material biológico y peligrosos.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría Incineración de desechos representa menos del 0,1% de las emisiones de GEI del sector. En el 2022, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 1,8 kt CO<sub>2</sub>-eq. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales se debe a las variaciones en la serie de datos de actividad.

### 7.4.3.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O 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.

#### Dióxido de carbono

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> se utiliza el método de Nivel 1, según la siguiente ecuación:

**TABLA 7.40** Incineración de desechos: Estimación de emisiones de CO<sub>2</sub>.

$Emisiones_{CO_2} = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12 \text{ (a)}$		
Símbolo	Descripción	Unidad
Emisión CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> durante el año del inventario	kt
SW <sub>i</sub>	Cantidad total de residuos sólidos del tipo i (peso húmedo) incinerados	kt
dm <sub>i</sub>	Contenido de materia seca en los residuos (peso húmedo) incinerados (b)	fracción
CF <sub>i</sub>	Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total) (c)	fracción
FCF <sub>i</sub>	Fracción de carbono fósil en el carbono total (c)	fracción
OF <sub>i</sub>	Factor de oxidación (c)	fracción
44/12	Factor de conversión de C en CO <sub>2</sub>	
i	Tipo de residuos incinerado o quemado al aire libre	

Notas:

a. Ecuación 5.1; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices IPCC de 2006

b. A nivel nacional los datos son proporcionados en base seca, se considera dmi=1

c. Cuadro 5.2., Capítulo 5, Volumen 5, Directrices del IPCC de 2006

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### Metano

Las emisiones de CH<sub>4</sub> se estiman siguiendo un método de Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 7.41** Incineración de desechos: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub>.

$Emisiones_{CH_4} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^6 \text{ (a)}$		
Símbolo	Descripción	Unidad
Emisión CH <sub>4</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub> durante el año del inventario	kt
IW <sub>i</sub>	Cantidad total de residuos sólidos del tipo i, incinerados	kt
EF <sub>i</sub>	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> por tipo de residuo - c	kg CH <sub>4</sub> /kt de residuos
i	Tipo de residuos incinerado	

Notas:

a. Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices IPCC de 2006.

b. Cuadro 5.3; Capítulo 5; Volumen 5, Directrices del IPCC de 2006

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

### Óxido nítrico

Las emisiones de N<sub>2</sub>O se estiman siguiendo un método de Nivel 1 de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 7.42** Incineración de desechos: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub>.

$Emisiones_{N_2O} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^6 \text{ (a)}$		
Símbolo	Descripción	Unidad
Emisión N <sub>2</sub> O	Emisiones de N <sub>2</sub> O durante el año del inventario	kt
IW <sub>i</sub>	Cantidad total de residuos sólidos del tipo i, incinerados	kt
EF <sub>i</sub>	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O por tipo de residuo - c	kg N <sub>2</sub> O/kt de residuos
i	Tipo de residuos incinerado	

Notas:

a. Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices IPCC de 2006.

b. Cuadro 5.6; Capítulo 5; Volumen 5, Directrices del IPCC de 2006

Fuente: elaboración propia en base a Directrices del IPCC de 2006

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.4.3.4. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que se consideraron las recomendadas en las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 3.5; Capítulo 3; Volumen 5, para los datos de actividad; Cuadro 2.6; Capítulo 2; Volumen 5, para la materia seca y Cuadro 5.2; Capítulo 5, Volumen 5, para el resto de los parámetros referidos a las emisiones de CO<sub>2</sub>; Sección 5.7.1.; Capítulo 5; Volumen 5, para los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la tabla siguiente.

**TABLA 7.43** Incineración de desechos: Incertidumbres.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.C.1.	Incineración de desechos	CH <sub>4</sub>	42,4%	40%	58,3%
5.C.1.	Incineración de desechos	CO <sub>2</sub>	42,4%	100%	108,6%
5.C.1.	Incineración de desechos	N <sub>2</sub> O	42,4%	100%	108,6%

Fuente: elaboración propia

### 7.4.4. Quema abierta de desechos (5.C.2.)

La incineración abierta de desechos 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 CO<sub>2</sub>, el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Normalmente, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la incineración de residuos son más significativas que las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (IPCC, 2006).

Dado que la quema abierta de desechos está prohibida a nivel nacional, esta práctica no es común ni cuenta con estadísticas nacionales que la respalden. No obstante, se llevó a cabo una estimación para evaluar la significancia de esta categoría, siguiendo los criterios de relevancia establecidos en las MPG.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para la estimación, se consideraron los siguientes aspectos:

- Estimación de las emisiones de GEI utilizando el enfoque de Nivel 1, conforme al Capítulo 5, Volumen 5 de las Directrices del IPCC de 2006.
- Cálculo de la cantidad de residuos incinerados, estimado de acuerdo con la Ecuación 5.7 del mismo capítulo y volumen de las Directrices del IPCC de 2006.
- Se asumió que la fracción de la población que realiza quema abierta de residuos corresponde a la población rural en Departamentos con una tasa de cobertura de recolección de residuos inferior al 80% (IPCC 2006, Volumen 5, Capítulo 5, p. 5.18).
- Se utilizaron las tasas de generación de residuos estimadas en la categoría de Disposición de Residuos Sólidos (Municipales).

**TABLA 7.44** Quema abierta: Estimación para evaluación de significancia (kt CO<sub>2</sub>-eq).

Año	Quema abierta	Total SIN UTCUTS	%
1990	7,1	29544	0,02%
1994	9,4	32483	0,03%
1998	10,1	33844	0,03%
2000	10,6	32708	0,03%
2002	11,1	31857	0,03%
2004	11,5	35064	0,03%
2006	11,6	36418	0,03%
2008	11,4	37538	0,03%
2010	11,2	35724	0,03%
2012	10,2	38734	0,03%
2014	9,0	36965	0,02%
2016	7,8	37020	0,02%
2017	7,0	36577	0,02%
2018	6,2	36549	0,02%
2019	5,3	35227	0,02%
2020	5,0	36393	0,01%
2021	5,2	39134	0,01%
2022	5,5	37512	0,01%

Fuente: Elaboración propia

Para toda la serie, las emisiones estimadas permanecen por debajo de 500 kt CO<sub>2</sub>-eq y representan menos de 0,05 % del total nacional sin UTCUTS. En el Capítulo 1, se analiza en conjunto con las otras categorías reportadas como NE por insignificancia.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.5. Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT 5.D.)

#### 7.5.1. Descripción de la categoría

Las aguas residuales pueden ser una fuente de emisiones de  $\text{CH}_4$  cuando se tratan o eliminan en condiciones anaeróbicas y también pueden generar emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ . Las emisiones de  $\text{CO}_2$  provenientes de aguas residuales no se consideran en las Directrices del IPCC de 2006, ya que son de origen biogénico y, por lo tanto, no deben incluirse en el inventario nacional de emisiones.

Las aguas residuales se generan a partir de diversas fuentes, incluidas las domésticas, comerciales e industriales, y pueden gestionarse mediante tratamiento in situ (no recolectadas), transferirse por sistemas de alcantarillado o servicios de barométrica a una planta de tratamiento central (recolectadas) o eliminarse sin tratamiento en áreas cercanas o a través de desagües.

Esta categoría se subdivide en las siguientes subcategorías:

- 5.D.1. Aguas residuales domésticas.
- 5.D.2. Aguas residuales industriales.

A nivel nacional, esta categoría abarca las emisiones generadas por los tratamientos que incluyen procesos anaeróbicos, aplicados a las aguas residuales domésticas (ARD), y a las aguas residuales industriales (ARI).

#### 7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el sector de aguas residuales domésticas e industriales muestra variaciones importantes entre 1990 y 2022, reflejando cambios en los procesos de tratamiento y actividad en estas áreas.

En términos generales:

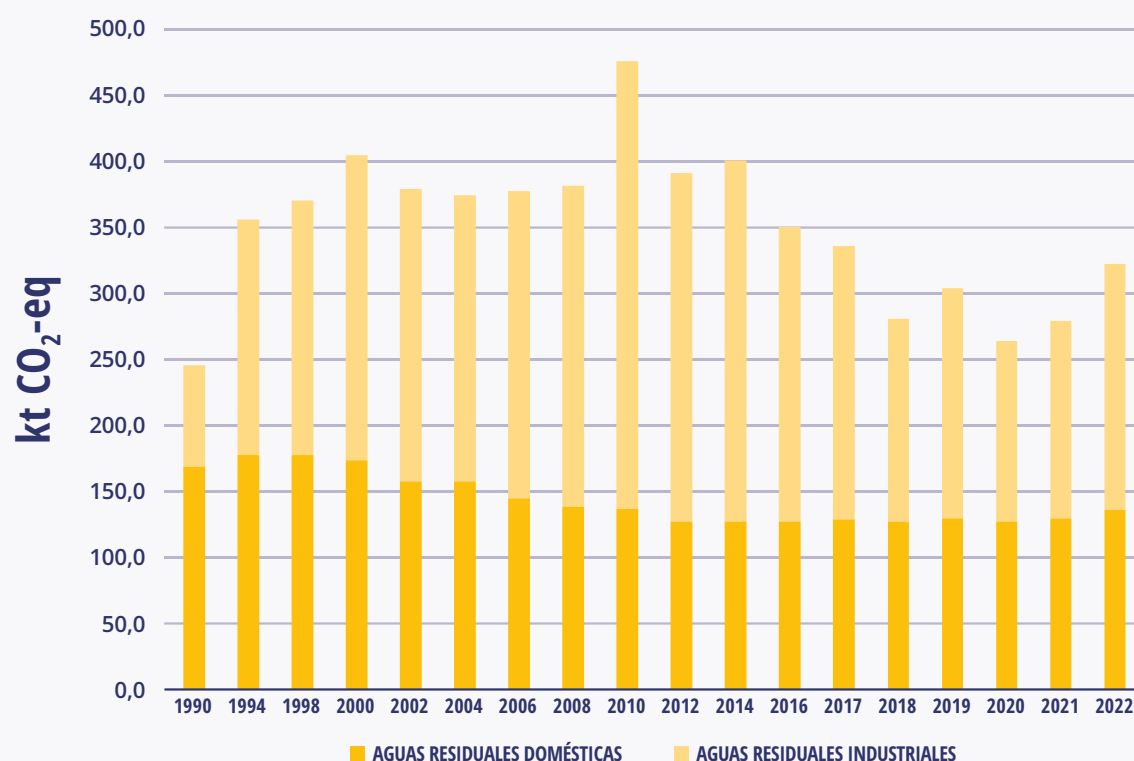
- **Aguas Residuales Domésticas:** Las emisiones provenientes de esta categoría se han reducido en un 19,6% desde 1990, pasando de 168,9 kt  $\text{CO}_2$ -eq en 1990 a 135,7 kt  $\text{CO}_2$ -eq en 2022. Las variaciones en esta categoría se pueden explicar principalmente por los cambios a lo largo de la serie en la cobertura del saneamiento por sistemas que incluyen tratamientos anaeróbicos (aumento de conexión de la población a redes conectadas a estos sistemas que afectan al alza y sustituciones por sistemas aireados que afectan a la baja). La dificultad para verificar las condiciones de funcionamiento de las plantas de tratamiento para los primeros años del inventario puede estar afectando estas conclusiones ya que la calidad de los datos de actividad ha mejorado significativamente a lo largo de la serie.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

- **Aguas Residuales Industriales:** Esta categoría presenta una gran variabilidad a lo largo de la serie. Las emisiones aumentaron de 76,3 kt CO<sub>2</sub>-eq en 1990 a un pico de 339,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2010, reflejando una expansión de la actividad industrial y cambios en el tratamiento de residuos industriales. Sin embargo, a partir de 2010, las emisiones han mostrado una tendencia a la baja, cerrando en 186,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en 2022. Esta reducción reciente podría indicar mejoras en los procesos de tratamiento de aguas industriales o cambios en los niveles de actividad industrial. A partir de 2018 se incorporan datos de captura de metano.

En conjunto, las emisiones totales del sector de aguas residuales (suma de domésticas e industriales) aumentaron un 31,2% entre 1990 y 2022, pasando de 245,2 kt CO<sub>2</sub>-eq a 321,9 kt CO<sub>2</sub>-eq. Sin embargo, la tendencia ha sido decreciente desde el pico en 2010 (475,6 kt CO<sub>2</sub>-eq), lo cual sugiere mejoras en eficiencia de tratamiento y reducción en la generación de emisiones.

FIGURA 7.12 Tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

La contribución de cada subcategoría ha variado durante la serie temporal, en 1990 las emisiones predominantes fueron de las aguas residuales domésticas siendo el 68,8% comparado contra el 31,1% de las aguas residuales industriales. Para el 2022 el aporte se invierte y las aguas residuales industriales pasan a ser el 57,9% de la categoría frente el 42,1% de las aguas residuales domésticas. (la variabilidad en cada caso se comentó en el párrafo anterior).

**TABLA 7.45** Tratamiento y eliminación de aguas residuales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq), serie 1990-2022.

Año	kt CO <sub>2</sub> -eq		
	Aguas residuales domésticas	Aguas residuales industriales	Total
1990	168,9	76,3	245,2
1994	177,6	178,3	355,9
1998	177,2	192,7	369,9
2000	173,6	230,6	404,1
2002	157,3	221,1	378,4
2004	157,2	216,9	374,1
2006	144,6	232,7	377,3
2008	137,9	243,5	381,4
2010	136,4	339,2	475,6
2012	127,1	263,6	390,7
2014	127,2	273,2	400,4
2016	127,1	223,0	350,1
2017	128,7	207,3	336,0
2018	126,9	153,1	280,1
2019	129,1	174,7	303,8
2020	126,7	137,0	263,7
2021	129,4	149,0	278,5
2022	135,7	186,2	321,9

Fuente: Elaboración propia

Se estimaron para 2022, 2,75E-3 kt de COVDM para esta categoría.

### 7.5.3. Aspectos metodológicos 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 1/2 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y Nivel 1 para las emisiones de N<sub>2</sub>O, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 con datos de actividad y algunos parámetros país específicos. En la tabla siguiente se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.



CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.46 Tratamiento y descarga de aguas residuales: métodos aplicados por subcategoría.

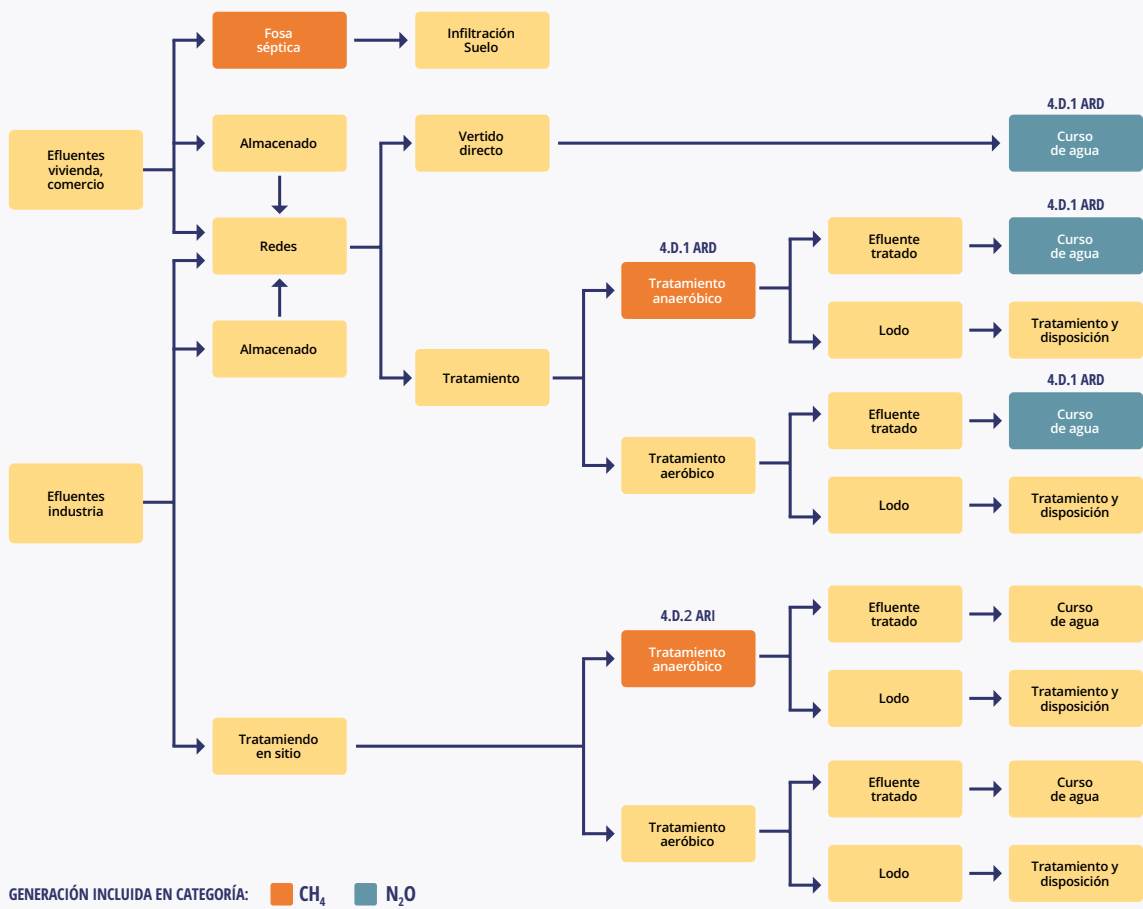
Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	T1/T2	D, CS	T1	D
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	T1/T2	D, CS		

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de emisiones de COVDM, se utilizaron los factores de emisión propuestos en las Guías EMEP/EEA, 2019.

En la siguiente figura se esquematizan las emisiones estimadas en el país.

FIGURA 7.13 Tratamiento y eliminación de aguas residuales: vías de tratamiento y eliminación.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.5.4. Aguas residuales domésticas

#### 7.5.4.1. Descripción de la subcategoría

Se entiende por aguas residuales domésticas a las aguas residuales utilizadas en los hogares. Estas pueden tratarse en el lugar en que se originan, transferirse por alcantarillado o por camiones cisterna 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 residuales (PTAR), 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 metano ( $\text{CH}_4$ ) cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) procedentes de las aguas residuales no se consideran en las Directrices del IPCC de 2006 porque son de origen biogénico y no deben incluirse en el total nacional de emisiones.

En Uruguay se estiman por separado las emisiones de  $\text{CH}_4$  de las plantas de tratamiento de efluentes domésticos, dado que se cuenta con información a nivel planta específico.

#### 7.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones de gases en el tratamiento de aguas residuales domésticas, medidas en kt  $\text{CO}_2$  eq, han mostrado una tendencia general de reducción en la serie desde 1990 hasta 2022. El valor inicial de emisiones en 1990 fue de 168,9 kt  $\text{CO}_2$ -eq, y alcanzó su punto mínimo en 2020 con 126,7 kt  $\text{CO}_2$ -eq. Sin embargo, en los últimos años, ha habido un leve aumento, cerrando en 2022 con 135,7 kt  $\text{CO}_2$ -eq. Esto representa una disminución total de aproximadamente 20% en comparación con el valor de 1990. La mayor parte de esta reducción se debe a mejoras en el manejo y tratamiento de aguas residuales.

En 2022 el 54% de las emisiones provinieron del metano de los sistemas de tratamiento y el 46% restante del óxido nitroso de la descarga de efluentes de excretas humanas.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.5.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la cuantificación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  procedentes del Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas recolectadas<sup>45</sup> se calculó, en primera instancia, la demanda biológica de oxígeno a cinco días (DBO5) anual generada para el año de referencia del inventario. La metodología de las Directrices del IPCC de 2006 recomienda su obtención a partir del producto de la cifra de población por el valor de DBO5 correspondiente a las aguas residuales del país (expresada en kt DBO5/1000 personas. año) y para ello proporciona valores por defecto para distintas regiones del mundo.

Sin embargo, en virtud de la naturaleza de los datos existentes en Uruguay, provistos por el SIA (MA) y por la Administración Nacional de Obras Sanitarias del Estado (OSE), siendo este el organismo competente a nivel nacional exceptuando en el departamento de Montevideo, el procedimiento descrito para el cálculo de la DBO5 anual fue sustituido por el siguiente: el producto del caudal anual de aguas residuales tratadas anaeróbicamente por el valor de la concentración de la DBO5 de las mismas (expresada en mg/L).

En el cálculo se incluyó la eficiencia de remoción de carga orgánica de cada una de las plantas de tratamiento. Para la estimación se tuvo en cuenta información sobre las ciudades donde existía tratamiento anaerobio de las aguas residuales domésticas y comerciales (no se incluyeron plantas con otro tipo de tratamientos aeróbico, fisicoquímico).

Se cuenta con información desagregada de tipo de tratamiento, caudal, DBO5 y eficiencia de remoción para cada planta de tratamiento del país. Las plantas de tratamiento cuentan con Solicitud de Desagüe Industrial (SADI) aprobada y deben presentar Informes Ambientales de Operación (IAO) ante DINACEA del MA, quién proporciona información junto a OSE.

En función a la información disponible, más desagregada y completa, se realizó la estimación de emisiones modificando la información ingresada en el software de inventario del IPCC.

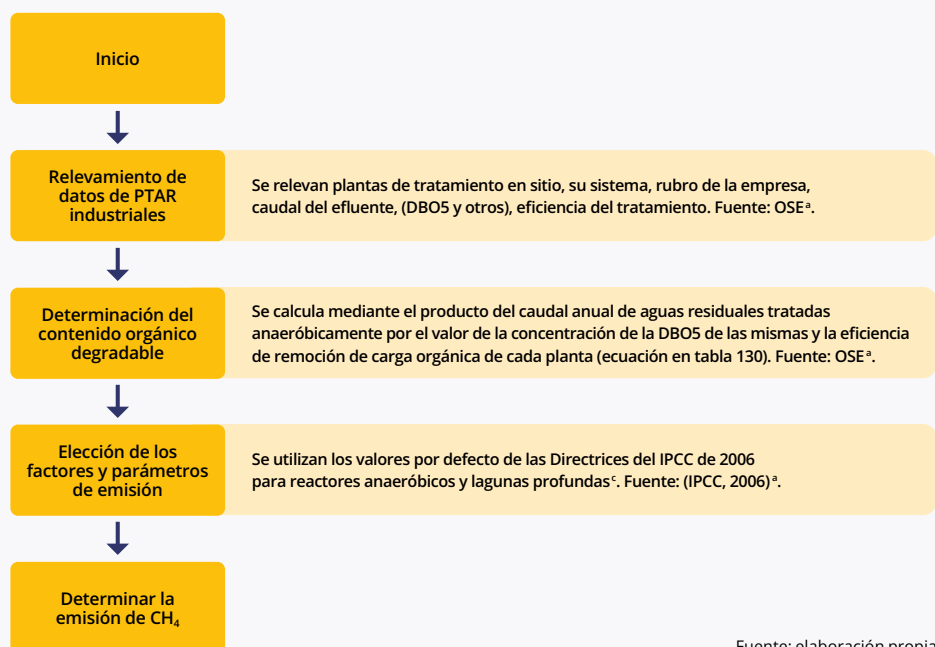
En la siguiente figura se resumen los pasos para la estimación de emisiones de aguas residuales domésticas vertidas a red o recolectadas y tratadas en plantas de tratamiento.

---

<sup>45</sup> Aguas residuales domésticas vertidas a red o recolectadas por servicios barométricos y vertidos en las plantas de tratamiento.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

FIGURA 7.14 Aguas residuales domésticas: etapas para la estimación.



En la siguiente tabla se presentan los criterios y supuestos realizados para el cálculo.

TABLA 7.47 Tratamiento biológico de residuos: incertidumbre combinada.

Dato	Condición	Cumple	Comentario
Datos de actividad	Se conocen datos sobre las plantas con tratamiento anaeróbico y el volumen de efluentes que se tratan en cada uno.	Sí	Se cuenta con datos para calcular la carga orgánica total por planta a partir del caudal, el valor de concentración de DBO5 y la eficiencia de remoción. Los datos fueron proporcionados por OSE (Obras Sanitarias del Estado). Respecto a las aguas residuales almacenadas en fosas sépticas, mayormente son recogidas por empresas barométricas que descargan en sistemas municipales de gestión de efluentes por lo que están incluidas en los datos de estos.
	Se conoce la carga orgánica correspondiente a las aguas residuales de las plantas.	Sí	
	La mayor parte de la población es urbana y sus efluentes entran en algún sistema de saneamiento.	Sí	
	Se consideran otras posibles fuentes menores de emisiones	No	Se consideran no significativas.
	Se conocen la fracción removida de lodos producto del tratamiento anaeróbico y su tratamiento.	No	Se considera dicha fracción como cero a y no se completan los cuadros correspondientes las emisiones de lodos, asumiendo que dichas emisiones quedan incluidas en las emisiones líquidas.
	Se conoce el CH4 recuperado	Sí	No se recupera.
FE	Se cuenta con valores específicos del país para el cálculo de un factor nacional	No	Se utilizan los valores por defecto de las Directrices IPCC 2006 <sup>a</sup>

Nota:

a. Valor por defecto de las Directrices IPCC de 2006.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

La ecuación empleada para el cálculo de las emisiones de metano es la propuesta por las Directrices IPCC 2006 para el Tier 1, modificada para la determinación de la carga orgánica (TOW) de acuerdo con lo descrito en la descripción del proceso.

**TABLA 7.48** Aguas residuales domésticas: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> en PTE.

<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> = [(Q*DBO<sub>5</sub>*η) - S - R] *1E-06<sup>a</sup></b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Emisiones de CH <sub>4</sub>	Emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas	kt
Q	Caudal del efluente por planta	m <sup>3</sup> /año
DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> media	kg/m <sup>3</sup>
η	Eficiencia del tratamiento	Adimensional
BO	Capacidad máxima de producción de CH <sub>4</sub> , kg CH <sub>4</sub> /kg DBO <sub>5</sub>	kg CH <sub>4</sub> /kg DBO <sub>5</sub>
MCFj	Factor de corrección de CH <sub>4</sub> (fracción)	Adimensional
S	Componente orgánico eliminado como lodo en el año de inventario, kg DBO <sub>5</sub> /año	kg DBO/año
R	Cantidad de CH <sub>4</sub> recuperada en el año de inventario, kg CH <sub>4</sub> /año	kg. de CH <sub>4</sub> /año

Notas:

a. Adaptación de ecuación 6.1 y 6.3 de las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 6).

b. El valor de Carga orgánica se calcula a partir del caudal por planta, la DBO<sub>5</sub> media y el valor de eficiencia del tratamiento.

Fuente: elaboración propia

A lo largo de la serie temporal los datos de actividad son proporcionados por los organismos reguladores y los encargados del saneamiento y se utilizan los factores de emisión por defecto para cada tipo de gestión del efluente de las Directrices del IPCC de 2006. En la Tabla 131 se presenta un resumen de las fuentes a lo largo de la serie.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.49** Aguas residuales domésticas: Resumen de fuentes de datos de actividad y Factores de Emisión para la serie temporal.

Período	Datos de Actividad			Factor de Emisión		
	Tipo de dato	Fuente	Descripción	Tipo	Fuente	Descripción
1990–2022	Caudal, DBO <sub>5</sub> , factor de eficiencia	OSE a	Información de caudal y carga media y eficiencia por planta de tratamiento anaeróbico	D	(IPCC, 2006)	MCF = 0.8 valor para lagunas profundas y reactores anaeróbicos c Bo = 0,6 valor por defecto d
2012–	Caudal, DBO <sub>5</sub> , factor de eficiencia	OSE	Caudal anual de efluente, DBO <sub>5</sub> media anual y la eficiencia del sistema de tratamiento anaeróbico para cada planta de tratamiento.			
1990–	Carga orgánica en lodo removido	(IPCC, 2006) b	Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006			
1990–	CH <sub>4</sub> recuperado	OSE a	No se registra recuperación			

Nota:

a. Obras Sanitarias del Estado (OSE). Ente que brinda el servicio de saneamiento en todo el país menos Montevideo donde lo brinda la Intendencia Municipal (IMM). Montevideo no cuenta con tratamiento anaeróbico.

b. Por defecto (IPCC, 2006 Vol-5 Cap. 6, p 6.9.)

c. Por defecto (IPCC, 2006, Vol-5, Cap. 6, tabla 6.3 p 6.13).

d. Por defecto (IPCC, 2006, Vol-5 Cap. 6, p 6.12)

Fuente: elaboración propia

Solo se consideran aquellas plantas que contienen tratamientos biológicos anaeróbicos. En algunas localidades existen sistemas de fosas sépticas domiciliarias cuyas aguas residuales son recolectadas por empresas barométricas. En general, descargan dichas aguas en sistemas de tratamiento municipales, por lo que sus emisiones ya están contempladas.

Los parámetros utilizados en este caso para la estimación del factor de emisión han sido por defecto de las Directrices del IPCC de 2006:

- Máxima generación de metano: por defecto 0,6 kg CH<sub>4</sub>/kg DBO<sub>5</sub>
- Factor de corrección de metano MCF: 0,8 para tratamientos anaeróbicos

**TABLA 7.50** Aguas residuales domésticas: datos de actividad de PTE, 2022.

Localidad	DBO <sub>5</sub> (kg/L)	Q (m <sup>3</sup> /año)	Eficiencia
PTE Ciudad de la Costa (Pando + Pque Miramar, etc)	0,4	4.039.820	0,8
PTE Las Piedras	0,3	772.796	0,2
PTE Aceguá	0,3	110.595	0,8
Lagunas Rosario	0,1	430.937	0,3
PTE Castillos	0,3	451.505	0,5
Lagunas Libertad	0,3	510.014	0,6
Lagunas Cardona - Florencio Sánchez	0,3	197.465	0,6

Fuente: elaboración propia en base a SIA

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para las plantas de tratamiento, no se contó con información acerca de la fracción removida como lodo expresado en DBO<sub>5</sub>. Se consideró dicha fracción como cero y no se completaron los cuadros correspondientes a las emisiones de lodos, asumiendo que dichas emisiones quedaban incluidas en las emisiones líquidas.

Para la cuantificación de las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas no recolectadas, en primer lugar, se estimó en base a datos estadísticos el porcentaje de la población no cubierta por servicios de saneamiento colectivos<sup>46</sup> (por vertido directo a red o colectados por empresas barométricas).

La estimación de la carga orgánica fue realizada mediante la siguiente ecuación:

**TABLA 7.51** Aguas residuales domésticas: Estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> en sistemas sin saneamiento.

<b><math>Kg\ DBO_5/año = Fracción\ de\ población * DBO\ per\ cápita\ (kg/hab/año) * I</math></b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Kg DBO <sub>5</sub>	Carga orgánica de aguas residuales domésticas sin saneamiento	kg
Fracción de población	Población sin saneamiento	m <sup>3</sup> /año
DBO <sub>5</sub> per cápita	DBO <sub>5</sub> media	kg/hab año
I	Factor que considera co-descarga industrial (a)	Adimensional

Notas:

Si no hay presencia de aguas de origen industrial por lo que se toma el factor de corrección de BOD industrial = 1, valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Fuente: elaboración propia

Los parámetros utilizados para la estimación del factor de emisión han sido:

- Máxima generación de metano: por defecto 0,6 kg CH<sub>4</sub>/kg DBO<sub>5</sub>
- Factor de corrección de metano MCF: 0,5 para aguas vertidas a pozo o fosa séptica
- Factor de corrección de metano MCF: 0,1 para desagüe a curso de agua

<sup>46</sup> Comprende la población que utiliza servicios de saneamiento sin recolección (pozos, fosas) y la población sin saneamiento. Los datos se tomaron de datos de OPP a partir de información de INE (población/tipo de saneamiento relevado en censos, Encuesta Continua de Hogares) y porcentaje de recolección de efluentes no vertidos a red por juicio experto (OPP).

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

TABLA 7.52 Aguas residuales domésticas: Población por sistema de tratamiento.

Año	Población x tipo de saneamiento			
	Total Población	Red general	Fosa séptica, pozo negro	Otros
1990	3.092.951	1.334.608	1.490.802	267.540
1991	3.120.493	1.390.960	1.500.957	228.576
1992	3.148.035	1.448.096	1.511.057	188.882
1993	3.175.577	1.506.017	1.521.101	148.458
1994	3.203.119	1.564.724	1.531.091	107.304
1995	3.230.661	1.624.215	1.541.025	65.421
1996	3.258.203	1.684.491	1.550.905	22.807
1997	3.285.940	1.711.859	1.545.401	28.680
1998	3.312.094	1.738.616	1.538.846	34.633
1999	3.335.615	1.764.187	1.530.784	40.643
2000	3.349.155	1.784.627	1.517.932	46.597
2001	3.351.491	1.799.159	1.499.910	52.421
2002	3.346.677	1.809.844	1.478.704	58.130
2003	3.338.399	1.818.603	1.456.041	63.756
2004	3.341.417	1.833.494	1.438.334	69.588
2005	3.352.355	1.852.787	1.423.958	75.609
2006	3.358.005	1.869.224	1.407.241	81.540
2007	3.358.794	1.882.979	1.388.450	87.364
2008	3.363.060	1.928.205	1.357.147	77.708
2009	3.378.083	1.966.285	1.340.409	71.389
2010	3.396.706	1.880.800	1.446.849	69.056
2011	3.412.636	2.047.807	1.302.384	62.445
2012	3.415.272	2.114.636	1.249.906	50.729
2013	3.417.907	2.072.779	1.295.031	50.097
2014	3.420.543	2.083.734	1.289.064	47.745
2015	3.423.178	2.112.511	1.273.765	36.903
2016	3.425.814	2.126.154	1.263.082	36.578
2017	3.428.450	2.141.823	1.254.708	31.919
2018	3.431.085	2.174.326	1.229.067	27.693
2019	3.433.721	2.195.449	1.206.943	31.329
2020	3.436.356	2.256.658	1.151.116	28.583
2021	3.438.992	2.298.101	1.095.202	45.689
2022	3.441.627	2.319.734	1.096.041	25.852

Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### Supuestos:

**Red general:** está comprendida en los sistemas de tratamiento (calculados aparte) o se vuelcan en cursos de agua (cursos sin déficit de oxígeno).

**Pozos:** 65% utiliza barométrica y descarga en PTAR (Fuente: OPP). Las descargas en PTAR se consideran incluidas en las emisiones asociadas a las PTAR.

**Otros:** se asume corresponde mayormente a SSHH compartidos o con descarga canalizada a curso de agua con procesos anaerobios (asentamientos) Sin recuperación de lodos o metano.

**TABLA 7.53** Aguas residuales domésticas: Parámetros en sistemas sin saneamiento.

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente
DBO <sub>5</sub>	42	g/hab/día	Guía para tratamiento y disposición final de efluentes (Fuente OPP, web: <a href="https://municipios.gub.uy/noticias/nueva-guia-sobre-saneamiento-propone-soluciones-alternativas-de-bajo-costo-para-localidades">https://municipios.gub.uy/noticias/nueva-guia-sobre-saneamiento-propone-soluciones-alternativas-de-bajo-costo-para-localidades</a> )
I	1,25		Sistema séptico. Valor de corrección por defecto para descarga de efluentes industriales (IPCC, 2006, Vol-5 Cap. 6, p 6.12, ec 6.3)
I	1		Otros: Valor por defecto si se considera exclusivamente doméstico (IPCC, 2006, Vol-5 Cap. 6, p 6.12, ec 6.3)
BO	0,6	Kg CH <sub>4</sub> /Kg DBO <sub>5</sub>	(IPCC, 2006, Vol-5 Cap. 6, p 6.12)
MCF	0,5		(IPCC, 2006, Vol-5, Cap. 6, tabla 6.3 p 6.13, valor por defecto promedio, sistema séptico).
MCF	0,1		(IPCC, 2006, Vol-5, Cap. 6, tabla 6.3 p 6.13, valor promedio por defecto para desagüe en curso de agua).
Sin recolección	35%		% de pozos sin servicio de barométrica (Fuente OPP, web: <a href="https://municipios.gub.uy/noticias/nueva-guia-sobre-saneamiento-propone-soluciones-alternativas-de-bajo-costo-para-localidades">https://municipios.gub.uy/noticias/nueva-guia-sobre-saneamiento-propone-soluciones-alternativas-de-bajo-costo-para-localidades</a> )

Fuente: elaboración propia en base a SIA

Por otra parte, la estimación de las emisiones de óxido nitroso generadas en los procesos de nitrificación y desnitrificación del excremento humano cuando se descarga en cursos de agua o cuando es procesado en sistemas de tratamiento de aguas servidas, se realiza en función de las siguientes variables:

- Consumo medio anual per cápita de proteína, obtenido del Observatorio de seguridad alimentaria y nutricional y la FAO, con el consumo de proteína per cápita para Uruguay
- Población del país, determinada a partir de los datos censales e informes del INE.

Las variaciones en la serie responden, entonces, a la combinación de la variación entre el consumo de proteínas y el número de habitantes. La metodología es la definida para las estimaciones de N<sub>2</sub>O de la categoría por las directrices IPCC 2006. Para el cálculo se utiliza el software de inventario del IPCC v2.93 y planillas auxiliares. En la siguiente tabla se esquematiza la descripción metodológica y a continuación se presentan los criterios, supuestos definidos y las ecuaciones asociadas al cálculo.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.54** Aguas residuales. Esquema de la descripción metodológica.

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
N <sub>2</sub> O	T1	(IPCC, 2006) Volumen 5. Capítulo 6.	Producto de la población por el consumo anual Nitrógeno proteico por un factor de emisión.

Fuente: elaboración propia en base a SIA

El nitrógeno en el efluente vertido se estima a partir de la población, un valor de proteína per cápita, un factor que considera la proteína no consumida y un factor que considera la proteína industrial descargada en el sistema de alcantarillado. Se considera que no se utilizan trituradores de desechos en las entradas a los drenajes. No se tienen datos del nitrógeno removido con los lodos por lo que se considera el valor por defecto de cero según los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006. Se asumen las hipótesis de las Directrices del IPCC de 2006 relativas a la nitrificación y desnitrificación en ríos y estuarios:

- todo el nitrógeno se elimina con el efluente,
- la producción de N<sub>2</sub>O en ríos y estuarios está directamente relacionada con la nitrificación y desnitrificación, y, por lo tanto, con el nitrógeno que se descarga en el río.

Las emisiones asociadas a las emisiones de N<sub>2</sub>O en plantas de tratamiento no fueron estimadas.

La ecuación de referencia para el cálculo se basa en las ecuaciones 6.7 y 6.8 de las Directrices del IPCC de 2006.

**TABLA 7.55** Aguas residuales: Cálculo de emisiones de N<sub>2</sub>O.

$N_2O = [(P * Proteína * F_{NPR} * F_{NON-CON} * F_{IND-COM} - N_{LODO}) * EF * 44/28] * 1E-06^a$		
Símbolo	Descripción	Unidad
N <sub>2</sub> O	Emisiones de óxido nítrico	kt
P	Población del país en el año del inventario, (personas)	Personas
Proteína	Consumo per cápita	(kg / persona/ año)
FNPR	Fracción de nitrógeno en las proteínas	(kg N/kg proteína)
FNON-CON	Factor de las proteínas no consumidas añadidas al efluente	(-)
FIND-COM	Factor para las proteínas industriales y comerciales eliminadas en el sistema	(-)
NLODO	Nitrógeno removido con lodo	(kg)
EF	Factor de emisión	(kg N <sub>2</sub> O-N/kg N)
44/28	Factor de conversión kg N <sub>2</sub> O-N a kg N <sub>2</sub> O	

Notas: a. En base a las ecuaciones 6.7 y 6.8 de las Directrices (IPCC, 2006, Vol. 5, Cap. 6, p 6.28)  
Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

A lo largo de la serie temporal se mantienen las fuentes de información tanto para los datos de actividad como para los factores de emisión. Para la población para los años que no se cuenta con datos se realizan interpolaciones-extrapolaciones lineales, en el caso de las proteínas consumidas se toma como proyección, el último valor disponible. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las fuentes a lo largo de la serie.

**TABLA 7.56** Aguas residuales: Resumen de fuentes de datos de actividad y Factores de Emisión para la serie temporal.

Período	Datos de Actividad		Factor de Emisión		
	Fuente	Descripción	Tipo	Fuente	Descripción
1990–2022	Estadística INE a	Población: Datos censales de 1963, 1975, 1985, 1996, 2011 y 2023. Proyección estadística del INE (INE,2013).	D	IPCC, 2006	Se toma el valor 0,005 kg N <sub>2</sub> O/kg N <sup>b</sup>
	OBSAN b FAO c MIDES d	Consumo de proteína: OBSAN: promedio anual de 1990 a 2009. FAO: Promedio de tres años de 2000 a 2019. MIDES: Promedio anual 2014-2017.			
	IPCC 2006 e	Fracción de nitrógeno en proteínas. Se toma 0,16 kgN/kg de proteína, valor por defecto e.			
		Fracción de proteínas no consumidas. Se toma 1,4, valor por defecto para países con eliminación de basura b.			
		Fracción de proteína industrial y comercial descargada. Se toma 1,25, valor por defecto para países sin procesamiento de pescado significativo b.			
		Nitrógeno removido con lodos. Se considera cero.			

Notas:

a. INE: Instituto Nacional de Estadística

b. Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutrición

c. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

d. Ministerio de Desarrollo Social

e. IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6. Cuadro 6.11. pág. 6.30

Fuente: elaboración propia

### 7.5.4.4. Incertidumbres

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.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para el caso de la incertidumbre para la metodología del N<sub>2</sub>O, 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 N<sub>2</sub>O procedentes del efluente. Se consideran, además, incertidumbres brindadas por el laboratorio de DINACEA para determinación de carga orgánica (DBO) y caudal.

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 7.57** Aguas residuales: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	52,62%	42,43%	67,6%
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	N <sub>2</sub> O	38,15%	90,00%	97,75%

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

### 7.5.4.5. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La metodología y las fuentes se mantienen a lo largo de toda la serie temporal. Las técnicas (interpolación, etc.) y criterios utilizados para completar la serie cuando no se dispone de datos, se basan en las recomendaciones de Directrices del IPCC de 2006 y se explicitan en cada caso.

En la tabla siguiente se presenta la evaluación para los datos de consumo de proteína.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.58** Aguas residuales domésticas: Análisis de aplicabilidad de las técnicas de empalme para los datos de consumo de proteínas.

Método	Condición necesaria	Consumo de proteínas	
		Cumple	Aplica
Interpolación	Se cuenta con los datos necesarios para años intermitentes de la serie temporal.	✓	Sí
	No se presentan grandes fluctuaciones anuales.	✓	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	✓ <sup>a</sup>	
Extrapolación de tendencias	Los datos faltantes están al comienzo o al final de la serie temporal.	✓	Sí
	La tendencia es constante a través del tiempo.	✓	
	No debe empelarse en períodos prolongados.	✓	
	Deben mantenerse las condiciones <sup>a</sup> .	✓ <sup>a</sup>	

Notas:

a. Se asume sin grandes cambios en lapsos cortos

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

### 7.5.5. Aguas residuales industriales (CRT 5.D.2.)

#### 7.5.5.1. 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. Esta subcategoría trata de las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento in situ de aguas residuales industriales (IPCC, 2006).

El CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> por degradación anaeróbica. La cantidad de CH<sub>4</sub> 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).

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de aguas residuales industriales, expresadas en kt CO<sub>2</sub>-eq, muestran una tendencia variable en la serie temporal de 1990 a 2022. Iniciando en 1990 con un valor de 76,3 kt CO<sub>2</sub>-eq, estas emisiones presentan un incremento continuo hasta 2010, cuando alcanzan un máximo de 339,2 kt CO<sub>2</sub>-eq. Este aumento significativo, en más del 340% desde 1990 hasta el pico de 2010, sugiere una intensificación en la actividad industrial y/o en el volumen de aguas residuales tratadas en ese periodo.

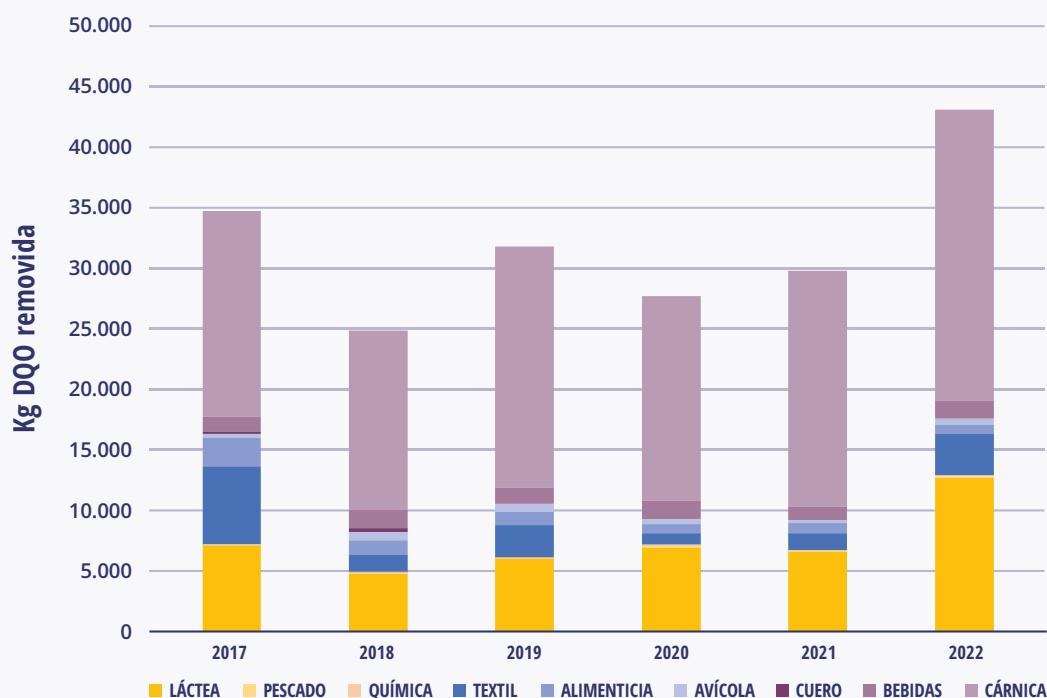
Después de 2010, se observa una reducción en las emisiones, especialmente notable en años como 2018 y 2020, donde los valores caen a 153,1 y 137,0 kt CO<sub>2</sub>-eq, respectivamente. Este descenso podría reflejar mejoras en los procesos de tratamiento y manejo de aguas industriales o una disminución en la actividad de ciertas industrias. Sin embargo, en 2022, las emisiones volvieron a incrementarse hasta alcanzar 186,2 kt CO<sub>2</sub>-eq, lo cual indica una leve recuperación en las emisiones, aunque todavía por debajo del pico observado en 2010.

Se registraron en 2022 emisiones de COVDM menores a 0,1 kt.

La figura siguiente muestra la evolución en la remoción de DQO en sistemas anaerobios, desglosada por grupo industrial. La cantidad de empresas totales con sistema de tratamiento anaeróbico se ha mantenido relativamente constante y en el entorno de las 100.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

FIGURA 7.15 Aguas residuales industriales: Evolución de la carga orgánica removida por grupo industrial 2017-2022.



Fuente: elaboración propia

Se observa que la industria cárnica es la mayor contribuyente a la remoción de DQO durante todo el período, seguida por la industria láctea.

- Industria Cárnica: Este sector ha sido el mayor contribuyente a la remoción de DQO a lo largo del período. En promedio, ha representado aproximadamente entre el 50% y el 60% del total de DQO removida, lo que resalta su importancia en términos de generación de efluentes y carga orgánica tratada con tecnologías anaerobias.
- Industria Láctea: Ha sido la segunda en importancia, contribuyendo aproximadamente entre el 25% y 30% del total de DQO removida. A lo largo del período, su contribución ha mostrado una tendencia ascendente, con un aumento notable en 2022. Para este sector, se ha observado también el aumento sostenido de los volúmenes de efluentes tratados.
- Industria Textil: Aunque este sector experimentó un aumento significativo en 2022, su contribución ha sido menor en comparación con los sectores Cárnico y Lácteo. Ha representado entre el 10% y 15% del total de la remoción de DQO. El incremento en 2022 puede atribuirse principalmente a un aumento en el volumen tratado.
- Industria Alimenticia/Agroindustria: Este sector ha tenido una contribución marginal en comparación con los otros grupos industriales, representando menos del 5% del total de DQO removida a lo largo del período.

En términos generales, la remoción total de DQO ha crecido desde el año 2020, con un fuerte aumento en 2022. Este aumento se debe principalmente a un aumento en el caudal de los efluentes tratados. Lo anterior, para algunos sectores está asociado

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

a un aumento en la actividad industrial, ya sea por ampliaciones implementadas, o bien por la apertura de establecimientos. El análisis sugiere que, si bien los sistemas sin captura de biogás han removido consistentemente una mayor cantidad de DQO, contribuyendo significativamente a las emisiones de metano, los sistemas con captura se han incrementado, particularmente en 2022. Esto refleja una tendencia positiva hacia la reducción de emisiones en los sistemas con captura, alineada con los compromisos del país en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional.

Dado que la industria cárnica y láctea contribuyen con la mayor parte de la DQO removida, estas son áreas clave en la mejora de la captación de biogás para reducir las emisiones de metano.

Con respecto a la distribución de la remoción de DQO en función del número de empresas, se observa una tendencia clara hacia la concentración. En 2018 aproximadamente un 48% de las empresas fueron responsables del 95% de la DQO removida. Este porcentaje se ha ido reduciendo progresivamente a lo largo del período evaluado alcanzando un 34% en 2022. Esta disminución indica que una proporción menor de empresas es responsable de la mayor parte de la remoción de DQO y por ende las emisiones de metano. Esta tendencia resalta la importancia de continuar enfocando los esfuerzos de mejora tecnológica y captura de biogás en empresas clave, para maximizar el impacto de las políticas de mitigación de emisiones de GEI.

### 7.5.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

En esta categoría se contabilizan las emisiones de metano que provienen de la descomposición, a través de procesos anaerobios, de la materia orgánica contenida en los efluentes industriales. No se toman en cuenta industrias que tengan descarga a colector ya que sus efluentes están incluidos en los tratamientos de los sistemas de saneamiento de las ciudades y son contabilizados junto con las aguas domésticas y comerciales. La estimación del potencial de producción de metano de los efluentes industriales se basa en el volumen de estos, la concentración de materia orgánica degradable contenida y la utilización de sistemas anaerobios<sup>47</sup>. El cálculo de las emisiones se realiza en función de la carga orgánica y el factor de emisión definido de acuerdo con el sistema de tratamiento.

El caudal, DQO y eficiencia de los tratamientos anaeróbicos industriales es presentado por cada industria cuyo proceso industrial deriva aguas residuales de cualquier naturaleza al Área Control y Desempeño Ambiental de la DINACEA del Ministerio de Ambiente mediante la presentación de la Solicitud Ambiental de Desagüe Industrial (SADI) y el Informe Ambiental de Operación (IAO). Además, se cuenta con los reportes de inspecciones realizadas por el Área de control y desempeño ambiental.

<sup>47</sup> (IPCC, 2006, v5, p 6.22)



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para la estimación de emisiones se siguen los criterios definidos en las Directrices del IPCC de 2006 utilizando la metodología Tier uno, adaptada a un mayor nivel de información disponible planta específico.

En la Tabla siguiente se esquematiza la descripción metodológica y a continuación se describe el proceso para el cálculo, los supuestos realizados y las ecuaciones asociadas.

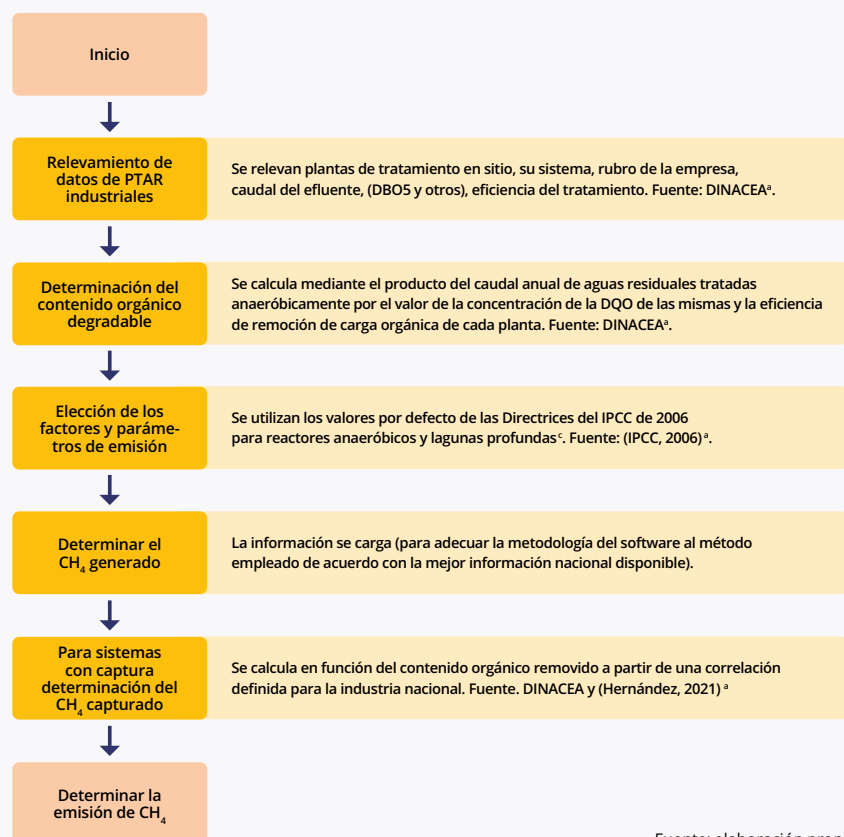
**TABLA 7.59** Aguas residuales industriales: Descripción metodológica.

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CH <sub>4</sub>	T1 /T2 modif.	(IPCC, 2006). Volumen 5. Capítulo 6	Se determina la Carga orgánica degradable a partir del caudal del efluente, su DQO y el factor de eficiencia de remoción de cada planta. Para el factor de emisión se utilizan los valores de las Directrices del IPCC de 2006. Se determina el CH <sub>4</sub> recuperado en función del valor de la carga orgánica a partir de una correlación definida para la industria nacional (ver tabla 141)

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo de las emisiones se siguen los pasos que se describen en la siguiente figura:

**FIGURA 7.16** Aguas residuales industriales: etapas para el cálculo de emisiones de CH<sub>4</sub>.



Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Para la determinación de la carga orgánica degradable, la información obtenida del Sistema de Información Ambiental como ser Informe Ambiental de Operación, Solicitud de Desagüe Ambiental Industrial, Inspecciones en planta y otras declaraciones, es representativa de los efluentes y del tratamiento realizado. Respecto a los parámetros y factores de emisión, se asumen como válidos los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En la Tabla siguiente se resumen los supuestos y criterios utilizados para el cálculo.

**TABLA 7.60** Aguas residuales industriales: Resumen de criterios y supuestos utilizados.

Dato	Condición	Cumple	Comentario
Datos de actividad	Se conocen datos sobre las plantas con tratamiento anaeróbico y el volumen de efluentes que se tratan en cada uno.	SÍ	Se cuenta con datos para calcular la carga orgánica total por planta a partir del caudal, el valor de concentración de DBO5 y la eficiencia de remoción. Respecto a las aguas residuales almacenadas en fosas sépticas, mayormente son recogidas por empresas barométricas que descargan en sistemas municipales de gestión de efluentes por lo que están incluidas en los datos de los mismos.
	Se conoce la carga orgánica correspondiente a las aguas residuales de las plantas.	SÍ	
	Se conocen la fracción removida de lodos producto del tratamiento anaeróbico y su tratamiento.	NO	Se considera dicha fracción como cero a, asumiendo que dichas emisiones quedan incluidas en las emisiones líquidas.
	Se conoce el CH <sub>4</sub> recuperado.	SÍ	Se calcula en función de la carga orgánica removida a partir de una correlación nacional desarrollada en el marco de una consultoría para evaluar la aplicación de sistemas de captura de biogas e PTE industriales a nivel nacional - a
FE	Se cuenta con valores específicos del país para el cálculo de un factor nacional.	NO	Se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 - b

**Notas:**

a. Consultoría nacional realizada por el Ing. Quím. (M.Sc.) Alberto Hernández, y coordinada de forma conjunta por técnicos de la Dirección Nacional de Cambio Climático y de la Dirección Control Ambiental de DINACEA del Ministerio de Ambiente en el marco del Proyecto URU/18/G31 "Creación de capacidades institucionales y técnicas para aumentar la transparencia en el marco del Acuerdo de París".

<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/recuperacion-metano-generado-sistemas-tratamiento-aguas-residuales>

b. Por defecto (IPCC, 2006 Vol. 5, Cap.6, p. 6.9)

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

La ecuación empleada para el cálculo de las emisiones de metano, es la propuesta por las Directrices del IPCC de 2006 para el Tier 1, modificada para la determinación de la carga orgánica (TOW) de acuerdo a lo descrito en la descripción del proceso.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.61** Aguas residuales industriales: Cálculo de emisiones de CH<sub>4</sub> (kt).

$\text{Emisiones de CH}_4 = [\sum_{ij} (BO * MCF_j) (TOW_i - S_i) - Ri] * 1E-06$ $TOW = Q_i * DQO_i * \eta_i \text{ y } Ef_j = BO * MCF_j$		
Factor	Descripción	Unidad
CH <sub>4</sub>	Emisiones provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales	kt
Q	Caudal del efluente por planta	m <sup>3</sup> /año
DQO	Demanda Química de Oxígeno (carga orgánica)	kg/m <sup>3</sup>
η	Eficiencia del tratamiento	
BO	Capacidad máxima de producción de CH <sub>4</sub>	kg CH <sub>4</sub> /kg DQO
MCF <sub>j</sub>	factor de corrección de CH <sub>4</sub>	(fracción)
S	Componente orgánico eliminado como lodo en el año de inventario	kg DQO/año
R	cantidad de CH <sub>4</sub> recuperado en el año de inventario	kg. de CH <sub>4</sub> /año

Fuente: Directrices (IPCC, 2006, Vol.5, Cap. 6, p. 6.22, Ecuación 6.40)

**TABLA 7.62** Aguas residuales industriales: dato de actividad kg DQO removido por grupo industrial.

Grupo	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Alimenticia	2344,27	1181,13	1058,58	703,23	886,73	767,05
Avícola	357,6	658,81	655,45	475,12	192,92	486
Bebidas	1266,92	1484,18	1363,27	1427,55	1103,46	1575,57
Cárnica	17031,58	14831,99	19937,05	16937,77	19526,91	24018,83
Cuero	142,08	304,94	-	-	-	-
Láctea	7095,33	4787,34	5994,82	6972,45	6616,92	12685,94
Pescado	26,81	33,55	27,43	105,03	30,44	144,06
Química	10,63	3,13	6,59	11,84	16,44	22,86
Textil	6491,44	1555,56	2777,93	1059,38	1425,61	3438,15
Total	34766,66	24840,62	31821,13	27692,37	29799,45	43138,46

Fuente: elaboración propia

Los datos de caudal, DQO y eficiencia se remoción de DQO, se obtiene a nivel de planta de tratamiento para cada empresa que cuenta con Solicitud de Desagüe Ambiental y presentan periódicamente Informes Ambientales de Operación.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.5.5.4. Incertidumbres específicas de la subcategoría

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. Adicionalmente se consideran las incertidumbres de la determinación de DQO, caudal y eficiencia de remoción, todas brindadas por DINACEA.

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 7.63** Aguas residuales industriales: incertidumbre combinada.

Código	Categoría	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad (%)	Incertidumbre en el factor de emisión (%)	Incertidumbre combinada (%)
5.D.2.	Aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	51,3%	42,4%	66,6%

Fuente: elaboración propia en base a Cuadro 6.10 del Capítulo 6, Volumen 5 de las Directrices del IPCC de 2006

### 7.5.5.5. Consistencia de la serie temporal

A lo largo de la serie temporal se mantienen las fuentes de datos y la metodología de cálculo. Algunas empresas declaran sólo valores de DBO<sub>5</sub> de acuerdo a la legislación nacional (Decreto 253/79 y mod). Los datos de DQO faltantes se estiman a partir de la relación DBO<sub>5</sub>/DQO promedio para el tipo de industria. Los datos de CH<sub>4</sub> capturado se calculan a partir de la relación con la carga orgánica removida con una ecuación desarrollada a nivel nacional<sup>48</sup>.

## 7.6. Flexibilidad aplicada

Se aplica la flexibilidad descrita en la sección 1.9.

<sup>48</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/recuperacion-metano-generado-sistemas-tratamiento-aguas-residuales>

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.7. Incertidumbre específica del sector

#### 7.7.1. Análisis cualitativo

En este sector se estiman las emisiones procedentes de: disposición de residuos sólidos, tratamiento biológico de residuos, incineración y quema abierta de residuos, aguas residuales domésticas y comerciales y aguas residuales industriales.

#### *Dióxido de Carbono*

##### *Incineración y quema abierta de residuos*

El dato de actividad proviene de las Declaraciones juradas de residuos sólidos, para los emprendimientos alcanzados por el Decreto 182/13 y su fuente es altamente confiable. Los factores de emisión utilizados fueron por defecto de acuerdo a las Directrices IPCC 2006.

Con respecto a la quema a cielo abierto, el Decreto 436/007 establece que no se pueden realizar quemas a cielo abierto, exceptuados aquellos para la cocción de alimentos, parrilleros y churrasqueras. Sin embargo, se registran quemas no controladas y por lo tanto no cuantificadas. La incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de metano de este subsector se considera Media.

#### *Metano*

##### *Disposición de residuos sólidos*

Los datos de actividad y demás informaciones se derivaron de diversas fuentes de información. El volumen de residuos que llegan a los SDFs para Montevideo proviene directamente de los SDFs municipales para los últimos años de inventario y la información para el resto de los departamentos del país e INGEIs proviene de publicaciones oficiales específicas para el sector. Los valores publicados de generación per cápita y composición de los residuos, muchas veces no especifican de forma explícita los tipos de residuos considerados, así como la consideración de los residuos que pueden ser categorizados como tipo domiciliario, urbano o industrial. Esta diferencia en cuanto a la consideración de definiciones de tipo de residuo aumenta la incertidumbre del dato de actividad.

No obstante, lo mencionado, para el cálculo de emisiones se debieron estimar algunos parámetros, así como realizar algunas suposiciones generales, lo que agrega cierto grado de incertidumbre a la estimación. Los demás factores y fracciones se tomaron por defecto de la metodología del IPCC 2006, por no disponer de una mejor información. La incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de metano de este subsector se considera Media-Alta.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### *Tratamiento biológico de residuos*

El dato de actividad proviene de las Declaraciones juradas de residuos sólidos, para los emprendimientos alcanzados por el Decreto 182/13, por lo que la fuente es altamente confiable. No se cuenta con información de las actividades que no quedan comprendidas en dicho Decreto.

Los factores de emisión utilizados fueron por defecto de acuerdo a las Directrices IPCC 2006. La incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de metano de este subsector se considera Media.

### *Incineración y quema abierta de residuos*

Se tienen en cuenta las mismas consideraciones que para la estimación de emisiones de dióxido de carbono. La incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de metano de este subsector se considera Media.

### *Tratamiento de aguas residuales domésticas*

Los caudales de las aguas residuales que se someten a tratamiento anaerobio en las diferentes localidades del país presentan una relativa exactitud. Sin embargo, sus respectivas concentraciones poseen un grado mayor de incertidumbre pues se cuenta con una menor cantidad de datos a nivel planta, principalmente para los primeros años de la serie. Por lo tanto, se considera que los datos de actividad de este subsector poseen un grado de incertidumbre media.

Si se considera, además, la incertidumbre introducida por la utilización de factores de emisión por defecto se puede clasificar en Media la incertidumbre total. Para las aguas domésticas no colectadas por sistema de alcantarillado la incertidumbre

### *Tratamiento de aguas residuales industriales*

Los datos de actividad se obtienen de los permisos de desagüe industrial tramitados por las industrias ante la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA) y las declaraciones juradas semestrales/anuales (Informe Ambiental de Operación) de generación y vertido de efluentes industriales. Se considera que los datos de actividad para este sector pueden calificarse como de incertidumbre Baja.

El empleo de los factores y fracciones brindados por defecto en la metodología del IPCC para el cálculo de las emisiones de metano, introdujo una incertidumbre adicional. No obstante, ello, la información disponible ha permitido incorporar parámetros a las estimaciones que hacen más ajustado y realista el cálculo, por lo que se concluye que la incertidumbre total es Media.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### *Óxido Nitroso*

#### *Tratamiento biológico de residuos*

Se utiliza el mismo dato de actividad que el especificado para metano. El factor de emisión utilizado es por defecto de acuerdo a las Directrices del IPCC 2006. Al igual que para el metano, la incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de óxido nitroso de este subsector se considera Media.

#### *Incineración y quema abierta de residuos*

Se tienen en cuenta las mismas consideraciones que para la estimación de emisiones dióxido de carbono y metano. La incertidumbre total asociada a los resultados de emisiones de metano de este subsector se considera Media.

#### *Tratamiento de aguas residuales domésticas*

En este caso, a pesar de que los datos de actividad relacionados con la excreta humana son confiables, introduce cierta incertidumbre el uso de factores de emisión y fracciones por defecto recomendados por la metodología. Por lo tanto, se clasifica en media la incertidumbre en las emisiones de N<sub>2</sub>O de dicha fuente.

### 7.7.2. Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo se realizó en base a la metodología propuesta en las Directrices del IPCC de 2006. Los valores de las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisiones fueron tomadas por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Se determinó una incertidumbre global de las emisiones GEI (expresadas en kt CO<sub>2</sub>-eq GWP 100 AR5) para el sector Desechos de +/-54,2%.

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

**TABLA 7.64** Aguas residuales: incertidumbre combinada.

Categoría	Gas	Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
4.A. Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	1.357,9	52,0	42,7	67,3	2.860,9
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	16,7	42,4	100,0	108,6	1,1
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	N <sub>2</sub> O	9,5	42,4	100,0	108,6	0,4
4.C.1. Incineración de desechos	CO <sub>2</sub>	1,7	42,4	40,0	58,3	3,51E-03
4.C.1. Incineración de desechos	CH <sub>4</sub>	0,0	42,4	100,0	108,6	1,26E-08
4.C.1. Incineración de desechos	N <sub>2</sub> O	0,0	42,4	100,0	108,6	3,15E-06
4.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas domésticas	CH <sub>4</sub>	72,9	52,6	42,4	67,6	8,3
4.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas domésticas	N <sub>2</sub> O	62,8	52,6	90,0	104,3	14,7
4.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas industriales	CH <sub>4</sub>	186,2	51,3	42,4	66,6	52,8
<b>TOTAL</b>		<b>1.707,7</b>			<b>Suma</b>	<b>2.938,2</b>
					<b>Incertidumbre (%)</b>	<b>54,2</b>

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006.

### 7.8. Actividades de QA/QC específicos del sector

Las estimaciones fueron realizadas de forma duplicada, tanto en el Software del IPCC 2006 como en una hoja de cálculo, para asegurar la reproducibilidad de los cálculos.

Dentro de los controles implementados, se incluyeron las siguientes verificaciones de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006:

*Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:*

- Revisión detallada de cada archivo y de los datos recibidos.
- Creación de una hoja de cálculo consolidada, agrupando los datos de actividad en tablas con los factores de emisión (FE) correspondientes para su uso en los cálculos.
- Comprobación de la consistencia de los datos de actividad o parámetros recurrentes en varios años.
- Verificación de la administración de datos de actividad para asegurar la concordancia en las cantidades totales, tanto en transferencias de datos como en desagregaciones o agregaciones.



## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### Verificación de cálculos:

- Controles automatizados en las planillas de compilación.
- Verificación de la aplicabilidad de las técnicas de empalme utilizadas, conforme a los criterios establecidos en las Directrices IPCC de 2006.
- Comparación de los cálculos actuales con los realizados en el último inventario.

En cuanto al aseguramiento de la calidad, las categorías del sector comprendidas en el KPI-1 del Bono Indexado a Indicadores de Cambio Climático (BIICC), correspondientes a las categorías estimadas y reportadas en el INGEI 2012, se someten anualmente a una revisión externa coordinada por el PNUD. El informe de la última revisión está disponible en el sitio web del BIICC <sup>49</sup>.

### 7.9. Recálculos específicos de la categoría

**TABLA 7.65** Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) del inventario incluido en el INGEI 2020 y el actual inventario.

Año	Categoría	Subcategoría	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
1990	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	18,87	17,98	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
1990	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	4,08	4,10	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
1994	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	20,74	19,94	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
1994	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	4,59	4,18	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
1994	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	6,46	6,37	Diferencias en los decimales al migrar los datos de actividad a nueva base

<sup>49</sup> <https://sslbuguay.mef.gub.uy/22471/21/areas/verificacion-externa.html>

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	Categoría	Subcategoría	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
1998	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	24,83	24,04	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
1998	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	4,78	4,11	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2000	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	27,67	27,14	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2000	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	4,14	3,90	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2002	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	29,63	29,15	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2002	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	3,24	3,51	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2004	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	30,56	30,03	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2004	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	3,50	3,53	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2006	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	31,58	30,91	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2006	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,64	3,00	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	Categoría	Subcategoría	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2008	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,49	2,75	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2008	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	32,72	32,55	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2010	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,57	2,63	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE).
2010	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	34,69	34,33	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2012	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,34	2,29	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas
2012	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	37,23	37,21	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2014	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	39,16	38,42	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2014	4.B - Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	CH <sub>4</sub>	0,15	0,41	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2014	4.B - Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	N <sub>2</sub> O	0,01	0,03	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2014	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,68	2,29	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	Categoría	Subcategoría	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2016	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	40,52	39,57	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2016	4.B- Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	CH <sub>4</sub>	0,28	0,29	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2016	4.B- Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	N <sub>2</sub> O	0,00	0,02	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2016	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,60	2,34	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas
2016	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	N <sub>2</sub> O	0.24	0.23	Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023
2017	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	43,38	42,08	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2017	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,58	2,41	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas
2018	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	44,99	43,45	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2018	4.B- Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	CH <sub>4</sub>	0,32	0,33	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2018	4.C - Incineración y quema abierta	4.C.1- Incineración	CO <sub>2</sub>	0,99	0,996	Se actualiza DA a partir de reporte de SIA
2018	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,71	2,32	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

Año	Categoría	Subcategoría	Gas	INGEI 2020 (kt)	INGEI 2022 (kt)	Motivo recálculo
2018	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	N <sub>2</sub> O	0,24	0,23	Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023
2018	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	5,74	5,47	Se incorporan datos de captura
2019	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	46,67	44,90	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2019	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	2,75	2,37	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas
2019	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	6,94	6,24	Se incorporan datos de captura
2020	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	4.A - Disposición de Residuos Sólidos	CH <sub>4</sub>	48,65	46,66	Se actualizan valores de MCF, composición y cobertura en función de mejora de la información disponible. Se regionalizan estimaciones para diferenciar distintos valores de Ox por región y para la serie temporal (Montevideo, Interior). Se actualizan datos de población en base a los resultados preliminares del Censo 2023
2020	4.B- Tratamiento Biológico	4.C - Compostaje	CH <sub>4</sub>	0,46	0,48	Ajuste de datos por nueva información del SIA
2020	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	3,02	2,29	Se actualiza en función de mejora en la información disponible sobre las plantas y los cambios en el sistema de saneamiento (Grupo de trabajo con OSE). Se actualizan valores de población en base a datos preliminares del censo 2023 para estimaciones de Fosas sépticas y Letrinas
2020	4.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.D.2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	5,54	4,89	Se incorporan datos de captura

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 7. Sector Desechos (CRT 5)

### 7.10. Plan de mejoramiento específico de la categoría

**TABLA 7.66** Residuos: Plan de mejora.

Año	Categoría
4.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales	Mejorar la información cuantitativa de industrias con captura de biogás.
4.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales	Continuar avanzando en la refinación de los datos de actividad especialmente para sistemas sin saneamiento.
4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	Desagregar compostaje por tipo de residuo. Completar la serie temporal.
4.C.1. Incineración	Desagregación por tipo de residuos. Completar la serie temporal.
4.A. Disposición de residuos sólidos	Relevamiento de cambios en gestión de SDF y datos de pesaje disponibles.

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 8

# Otros (CRT 6)

No Ocurre en el país.

## CAPÍTULO 9

# Emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O

En la presente edición no se estimaron emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O.



## CAPÍTULO 10

# Nuevos cálculos y mejoras





## CAPÍTULO 10

# Nuevos cálculos y mejoras

### 10.1. Nuevos cálculos

En la siguiente tabla se resumen los recálculos por sector con un resumen de las mejoras implementadas.

**TABLA 10.1** Resumen de los nuevos cálculos y mejoras realizados en el inventario nacional de GEI de Uruguay.

Sector	Categoría	Mejora / Recálculo
Energía	1.A Actividades de quema de combustibles	Revisión de datos de actividad y factores de emisión para GEI directos de serie histórica 1990-2020
Energía	1.A Actividades de quema del combustible	Se modifica el FE de CO <sub>2</sub> del combustible "Residuos Industriales" en base a información de su composición.
IPPU	2.A - Industria mineral	Afinamiento de datos de actividad para producción de cemento
IPPU	2.F- Uso de productos sustitutos de los SAO	Migración a nueva versión del Software del IPCC a Refinamiento 2019
Agricultura	3.A Fermentación entérica y 3.B Gestión del estiércol	Modificación de proporciones de Sistemas de Manejo de estiércol (MMS)
Agricultura	3.B Gestión del estiércol	Uso de Typical Animal Mass (TAM) específico por país
Agricultura	3.B Gestión del estiércol	Ajuste de series temporales de datos de actividad de suinos
UTCUTS	4- UTCUTS Hojarasca (Materia Orgánica Muerta)	Ajuste del stock de carbono en hojarasca
Desechos	5.A Disposición de Residuos Sólidos	Actualización de valores de MCF, composición y cobertura de residuos sólidos
Desechos	5.D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Actualización de datos de plantas y cambios en sistemas de saneamiento

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

En la siguiente tabla se presentan las implicancias cuantitativas que los nuevos cálculos han tenido entre el inventario previo y el inventario actual.

Los cambios realizados, se realizaron de forma de garantizar la coherencia de la serie temporal. Más información se puede encontrar en los respectivos capítulos sectoriales.

**TABLA 10.2** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	Mejora / Recálculo
1990	21945	22390	2,03%
1994	24231	24668	1,80%
1998	21026	21844	3,89%
2000	15609	16824	7,79%
2002	13852	15156	9,42%
2004	18157	19574	7,81%
2006	21169	22577	6,65%
2008	24463	26052	6,50%
2010	24133	25720	6,58%
2012	20431	22288	9,09%
2014	22107	23955	8,36%
2016	23071	25119	8,88%
2017	23861	25777	8,03%
2018	26036	27708	6,42%
2019	23719	25189	6,20%
2020	26546	27874	5,00%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

**TABLA 10.3** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020, sector ENERGÍA.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	% de variación
1990	3843	3842	-0,02%
1994	4186	4186	-0,01%
1998	5628	5626	-0,03%
2000	5384	5381	-0,05%
2002	4313	4312	-0,04%
2004	5422	5417	-0,09%
2006	6332	6327	-0,08%
2008	7793	7788	-0,06%
2010	6264	6260	-0,07%
2012	8504	8496	-0,10%
2014	6516	6503	-0,20%
2016	6618	6599	-0,29%
2017	6155	6141	-0,22%
2018	6607	6595	-0,18%
2019	6458	6444	-0,20%
2020	6523	6520	-0,06%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

**TABLA 10.4** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020, sector IPPU.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	% de variación
1990	239	239	0,16%
1994	281	282	0,18%
1998	504	505	0,17%
2000	405	406	0,05%
2002	275	276	0,34%
2004	348	349	0,07%
2006	412	412	0,14%
2008	487	488	0,15%
2010	495	495	0,11%
2012	547	547	0,10%
2014	629	629	0,05%
2016	672	685	1,86%
2017	731	741	1,32%
2018	760	774	1,41%
2019	727	739	1,62%
2020	790	797	0,93%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

**TABLA 10.5** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020, sector AGRICULTURA.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	% de variación
1990	24666	24714	0,20%
1994	27050	27100	0,19%
1998	26614	26669	0,21%
2000	25704	25757	0,21%
2002	26031	26074	0,17%
2004	27958	28084	0,45%
2006	28390	28434	0,16%
2008	27917	27960	0,16%
2010	27486	27526	0,14%
2012	28207	28251	0,16%
2014	28147	28339	0,68%
2016	28040	28264	0,80%
2017	27958	28166	0,74%
2018	27633	27668	0,13%
2019	26431	26463	0,12%
2020	27436	27484	0,18%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

**TABLA 10.6** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020, sector UTCUTS.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	% de variación
1990	-7576	-7154	-5,57%
1994	-8237	-7815	-5,12%
1998	-12805	-12000	-6,28%
2000	-17070	-15884	-6,95%
2002	-17969	-16701	-7,05%
2004	-16801	-15490	-7,80%
2006	-15218	-13840	-9,05%
2008	-13033	-11485	-11,87%
2010	-11564	-10004	-13,49%
2012	-18270	-16446	-9,98%
2014	-14711	-13010	-11,56%
2016	-13768	-11900	-13,57%
2017	-12554	-10800	-13,97%
2018	-10539	-8842	-16,10%
2019	-11557	-10037	-13,15%
2020	-9889	-8519	-13,86%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

**TABLA 10.7** Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2020, sector DESECHOS.

Año	INGEI 2020	INGEI 2022	% de variación
1990	773	749	-3,18%
1994	951	915	-3,72%
1998	1084	1043	-3,80%
2000	1186	1164	-1,82%
2002	1200	1195	-0,48%
2004	1229	1215	-1,15%
2006	1254	1245	-0,71%
2008	1299	1301	0,18%
2010	1452	1443	-0,61%
2012	1443	1440	-0,19%
2014	1526	1493	-2,12%
2016	1508	1472	-2,43%
2017	1571	1529	-2,68%
2018	1574	1512	-3,96%
2019	1661	1580	-4,85%
2020	1687	1592	-5,63%

Fuente: elaboración propia

## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

### 10.2. Plan de mejoramiento

**TABLA 10.8** Resumen de las áreas susceptibles de mejora identificadas y su abordaje por parte del país.

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
Energía		Aplicación de método de nivel 2 para transporte carretero Mejora del factor de emisión para gasoil mediante análisis elemental y variabilidad del combustible	Colaboración con ANCAP y plan de muestreo	Mediano-largo plazo
IPPU	2.A.1. Producción de Cemento	Obtener datos por materia prima para estimación con Nivel 3	Recolección de datos específicos	Largo plazo
IPPU	2.A.4.b. Otros usos en procesos de carbonatos	Identificación de todos los usos para asignación correspondiente	Recolección de datos específicos para Asignación de usos	Mediano plazo
IPPU	2.D.1. Uso de Lubricantes	Desagregación en aceites y grasas	Recolección de datos específicos Desagregación y análisis	Corto plazo
IPPU	2.F. Uso de Productos Sustitutos de Sustancia que Agotan la Capa de Ozono	Revisión y mejora de parámetros y desagregación por su aplicación	Revisión técnica y desagregación	Mediano plazo
IPPU	General - Evaluación de incertidumbre	Mejora de la evaluación de incertidumbre (verificación de valores)	Verificación de valores por defecto	Largo plazo
IPPU	General - Factores de Emisión y Datos de Actividad	Revisión y mejora de factores de emisión y datos de actividad en la serie temporal	revisión continua de datos y factores	Corto-mediano plazo
Agricultura	3.A. Fermentación entérica y 3.B. Manejo del estiércol	Mejora en parámetros de estimación de GEI para ganado vacuno y suínos	Consultas a expertos y ajustes	Corto-mediano
Agricultura	3.A. Fermentación entérica	Estimación de emisiones de fermentación entérica de ovinos mediante Tier 2	Uso de metodología Tier 2	Mediano
Agricultura	3.G. Encalado	Estimaciones de emisiones por encalado de suelos	Estimación y seguimiento	Mediano
Agricultura	3.E.1. Quema prescrita de sabanas	Estimar emisiones por quema de biomasa con herramientas satelitales	Aplicación de tecnología satelital	Corto
UTCUTS	4.D. Humedales	Incorporar estimaciones de emisiones y remociones en humedales	Incorporación de nuevas metodologías	Mediano-Largo
UTCUTS	4.A.Tierras Forestales - Biomasa leñosa y bosque nativo	Mejorar parámetros asociados a pérdidas y ganancias de carbono en biomasa leñosa	revisión de datos y parámetros	Mediano
UTCUTS	4.A.Tierras Forestales - Caracterización de bosques	Caracterización de edades y desagregación de datos de actividad en bosque nativo	Mejor caracterización y datos desagregados	Mediano-Largo
UTCUTS	4. UTCUTS - Cambios de stock de C en materia orgánica del suelo	Mejorar parámetros asociados a cambios de stock de C en suelos agrícolas	Ajuste de datos de actividad	Mediano



## CAPÍTULO 10. Nuevos cálculos y mejoras

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
Desechos	4.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales	Mejorar información cuantitativa de industrias con captura de biogás	evaluación y mejora	Corto
Desechos	4.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales	Refinación de datos de actividad para sistemas sin saneamiento	revisión de sistemas y datos	Corto
Desechos	4.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	Desagregar compostaje por tipo de residuo y completar serie temporal	Desagregación y recopilación de datos	Corto
Desechos	4.C.1. Incineración	Desagregación por tipo de residuos y completar serie temporal	Desagregación y análisis	Corto
Desechos	4.A. Disposición de residuos sólidos	Relevamiento de cambios en gestión de residuos sólidos y datos de pesaje disponibles	revisión de gestión y datos disponibles	Mediano
Transversal	Transversal	Generación y recolección de datos de actividad para series temporales para levantar la aplicación de flotabilidad	Definición de plan de trabajo, definición de recursos necesarios	Corto-Mediano
Transversal	Transversal - Sistema de QC, archivo y sistematización de datos	Mejora del sistema de QC, sistema de archivo en nube y sistematización de recolección de información y cálculos	Mejora de sistemas y sistematización	Mediano-
Transversal	Categorías principales	Estimación de todas las categorías principales con Nivel 2 o superior	Elaboración de hoja de ruta identificando recursos necesarios para el desarrollo de parámetros país específicos	Mediano

Fuente: elaboración propia

# Anexos al Documento de Inventario Nacional

### 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 a 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.

Se han desarrollado dos métodos para efectuar el análisis de las categorías principales. Ambos identifican las categorías principales según su aporte al nivel absoluto de emisiones y absorciones nacionales, y a la tendencia de emisiones y absorciones.

En el método 1, se identifican las categorías principales usando un umbral predeterminado de emisiones acumulativas. Las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 95% del nivel total. En el método 2, las categorías se clasifican según su aporte a la incertidumbre, y

## ANEXOS

las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 90% del nivel total.

La estimación de las categorías principales bajo GWP<sub>100 AR5</sub>, se realiza en planillas electrónicas auxiliares.

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.

### Nivel 1, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Accumulative
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH <sub>4</sub>	16944,37878	16,944,3787802	0,2607124	0,54
3.C.4 - Direct N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	5930,727548	5,930,7275480	0,0912523	0,63
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	4082,472899	4,082,4728989	0,0628144	0,69
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO <sub>2</sub>	3956,155091	3,956,1550907	0,0608709	0,75
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO <sub>2</sub>	2989,219773	2,989,2197734	0,0459932	0,80
3.C.5 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	1429,521642	1,429,5216416	0,0219951	0,82
4.A - Solid Waste Disposal	CH <sub>4</sub>	1357,893938	1,357,8939380	0,0208931	0,84
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO <sub>2</sub>	1115,845438	1,115,8454381	0,0171688	0,86
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	1113,481553	1,113,4815534	0,0171324	0,87
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH <sub>4</sub>	935,5902372	935,5902372	0,0143953	0,89
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	886,9712731	886,9712731	0,0136473	0,90
3.B.6.b - Land Converted to Other land	CO <sub>2</sub>	886,8936879	886,8936879	0,0136461	0,92
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	867,86798	867,8679800	0,0133533	0,93
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	813,6493557	813,6493557	0,0125191	0,94
2.A.1 - Cement production	CO <sub>2</sub>	415,6773118	415,6773118	0,0063958	0,95
3.C.7 - Rice cultivation	CH <sub>4</sub>	414,125712	414,1257120	0,0063719	0,9544491
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO <sub>2</sub>	-380,6463375	380,6463375	0,0058568	0,9603058
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH <sub>4</sub>	332,5820338	332,5820338	0,0051172	0,9654230
3.A.1.f - Horses	CH <sub>4</sub>	208,034568	208,0345680	0,0032009	0,9686239
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	186,2240751	186,2240751	0,0028653	0,9714893
3.C.3 - Urea application	CO <sub>2</sub>	174,1932133	174,1932133	0,0026802	0,9741695
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	CO <sub>2</sub>	145,4106885	145,4106885	0,0022373	0,9764068
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	128,0253598	128,0253598	0,0019698	0,9783766
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	116,2573877	116,2573877	0,0017888	0,9801654
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	116,0604515	116,0604515	0,0017857	0,9819512

## ANEXOS

### Nivel 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Accumulative
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	113,1350715	113,1350715	0,0017407	0,9836919
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	88,78444344	88,7844434	0,0013661	0,9850580
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	72,89381229	72,8938123	0,0011216	0,9861796
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	69,231086	69,2310860	0,0010652	0,9872448
2.A.2 - Lime production	CO2	67,8735	67,8735000	0,0010443	0,9882891
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	62,7633392	62,7633392	0,0009657	0,9892548
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	59,0673296	59,0673296	0,0009088	0,9901636
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	49,55957028	49,5595703	0,0007625	0,9909262
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	44,63480952	44,6348095	0,0006868	0,9916129
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH2FCF3	41,34034961	41,3403496	0,0006361	0,9922490
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	40,35938383	40,3593838	0,0006210	0,9928700
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	34,14042324	34,1404232	0,0005253	0,9933953
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,11330976	34,1133098	0,0005249	0,9939202
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	29,82969396	29,8296940	0,0004590	0,9943791
3.A.2.c - Sheep	CH4	26,0360394	26,0360394	0,0004006	0,9947797
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	24,57644396	24,5764440	0,0003781	0,9951579
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	24,466	24,4660000	0,0003764	0,9955343
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	24,34898854	24,3489885	0,0003746	0,9959090
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	21,68906322	21,6890632	0,0003337	0,9962427
3.A.2.f - Horses	CH4	18,95426064	18,9542606	0,0002916	0,9965343
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH4	16,68930998	16,6893100	0,0002568	0,9967911
2.F.3 - Fire Protection	CF3CHFCF3	16,22027771	16,2202777	0,0002496	0,9970407
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	15,5897784	15,5897784	0,0002399	0,9972806
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	14,60770333	14,6077033	0,0002248	0,9975053
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	13,95	13,9500000	0,0002146	0,9977200
3.A.2.h - Swine	N2O	13,06384669	13,0638467	0,0002010	0,9979210
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2F2	11,80512512	11,8051251	0,0001816	0,9981026
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,63568	10,6356800	0,0001636	0,9982662
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N2O	9,477143883	9,4771439	0,0001458	0,9984121
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	9,33195852	9,3319585	0,0001436	0,9985556
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	8,187243253	8,1872433	0,0001260	0,9986816
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	6,854082648	6,8540826	0,0001055	0,9987871
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	5,0995224	5,0995224	0,0000785	0,9988655
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CO2	4,652651527	4,6526515	0,0000716	0,9989371
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	4,56527964	4,5652796	0,0000702	0,9990074
3.A.1.h - Swine	CH4	4,508	4,5080000	0,0000694	0,9990767
3.A.2.h - Swine	CH4	4,508	4,5080000	0,0000694	0,9991461

## ANEXOS

### Nivel 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Acumulative
3.A.2.i - Poultry	CH <sub>4</sub>	4,43022496	4,4302250	0,0000682	0,9992143
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	4,126830412	4,1268304	0,0000635	0,9992778
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	4,113857392	4,1138574	0,0000633	0,9993410
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO <sub>2</sub>	3,98134	3,9813400	0,0000613	0,9994023
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	3,895626883	3,8956269	0,0000599	0,9994622
3.A.2.a.i - Dairy cows	N <sub>2</sub> O	3,102094233	3,1020942	0,0000477	0,9995100
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH <sub>4</sub>	3,051594	3,0515940	0,0000470	0,9995569
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH <sub>4</sub>	3,049662	3,0496620	0,0000469	0,9996039
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N <sub>2</sub> O	2,63530575	2,6353058	0,0000405	0,9996444
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF <sub>6</sub>	2,234066667	2,2340667	0,0000344	0,9996788
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	1,995883148	1,9958831	0,0000307	0,9997095
2.G.3.a - Medical Applications	N <sub>2</sub> O	1,953667848	1,9536678	0,0000301	0,9997395
4.C.1 - Waste Incineration	CO <sub>2</sub>	1,735900238	1,7359002	0,0000267	0,9997663
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	1,608632288	1,6086323	0,0000248	0,9997910
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	1,412783775	1,4127838	0,0000217	0,9998127
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO <sub>2</sub>	1,31	1,3100000	0,0000202	0,9998329
3.A.1.d - Goats	CH <sub>4</sub>	1,29094	1,2909400	0,0000199	0,9998528
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,164184453	1,1641845	0,0000179	0,9998707
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,112164805	1,1121648	0,0000171	0,9998878
3.A.2.i - Poultry	N <sub>2</sub> O	1,047151466	1,0471515	0,0000161	0,9999039
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	0,772515725	0,7725157	0,0000119	0,9999158
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N <sub>2</sub> O	0,74877075	0,7487708	0,0000115	0,9999273
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,688156516	0,6881565	0,0000106	0,9999379
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	0,62048376	0,6204838	0,0000095	0,9999474
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO <sub>2</sub>	0,609699027	0,6096990	0,0000094	0,9999568
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N <sub>2</sub> O	0,319536576	0,3195366	0,0000049	0,9999617
3.A.1.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,28	0,2800000	0,0000043	0,9999660
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,27160609	0,2716061	0,0000042	0,9999702
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,254953042	0,2549530	0,0000039	0,9999741
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH <sub>4</sub>	0,253217664	0,2532177	0,0000039	0,9999780
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,24409044	0,2440904	0,0000038	0,9999818
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0,14718132	0,1471813	0,0000023	0,9999841
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	0,129716829	0,1297168	0,0000020	0,9999861
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,113713488	0,1137135	0,0000017	0,9999878
2.B.5 - Carbide Production	CO <sub>2</sub>	0,111991	0,1119910	0,0000017	0,9999895
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,104293188	0,1042932	0,0000016	0,9999911
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,090267408	0,0902674	0,0000014	0,9999925
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,069994128	0,0699941	0,0000011	0,9999936
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,063463514	0,0634635	0,0000010	0,9999946

## ANEXOS

### Nivel 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Accumulative
2.A.4.a - Ceramics	CO2	0,055	0,0550000	0,0000008	0,9999954
3.A.2.d - Goats	CH4	0,04389196	0,0438920	0,0000007	0,9999961
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH4	0,036341424	0,0363414	0,0000006	0,9999967
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,02787961	0,0278796	0,0000004	0,9999971
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0,02562435	0,0256244	0,0000004	0,9999975
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252000	0,0000004	0,9999979
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,024735614	0,0247356	0,0000004	0,9999983
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,023410492	0,0234105	0,0000004	0,9999986
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N2O	0,020636737	0,0206367	0,0000003	0,9999989
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,019971036	0,0199710	0,0000003	0,9999992
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0,014888261	0,0148883	0,0000002	0,9999995
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0,014090675	0,0140907	0,0000002	0,9999997
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	0,013012574	0,0130126	0,0000002	0,9999999
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,002754914	0,0027549	0,0000000	0,9999999
4.C.1 - Waste Incineration	CH4	0,001767462	0,0017675	0,0000000	1,0000000
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0,001325275	0,0013253	0,0000000	1,0000000
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,000973012	0,0009730	0,0000000	1,0000000
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CO2	0,000752567	0,0007526	0,0000000	1,0000000
	<b>TOTAL</b>	<b>28.448</b>	<b>64.993</b>		<b>1</b>

## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Acummulative
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	16944,37878	16.944,3787802	0,4516858	0,45
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	5930,727548	5.930,7275480	0,1580952	0,61
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	4082,472899	4.082,4728989	0,1088264	0,72
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1429,521642	1.429,5216416	0,0381067	0,76
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	1357,893938	1.357,8939380	0,0361973	0,79
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	1113,481553	1.113,4815534	0,0296820	0,82
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	935,5902372	935,5902372	0,0249400	0,85
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	886,9712731	886,9712731	0,0236440	0,87
3.A.1.c - Sheep	CH4	867,86798	867,8679800	0,0231347	0,89
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	813,6493557	813,6493557	0,0216894	0,92
2.A.1 - Cement production	CO2	415,6773118	415,6773118	0,0110807	0,93
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	414,125712	414,1257120	0,0110393	0,94
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	332,5820338	332,5820338	0,0088656	0,95
3.A.1.f - Horses	CH4	208,034568	208,0345680	0,0055456	0,95
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	186,2240751	186,2240751	0,0049642	0,96
3.C.3 - Urea application	CO2	174,1932133	174,1932133	0,0046435	0,96
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	128,0253598	128,0253598	0,0034128	0,9655532
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	116,2573877	116,2573877	0,0030991	0,9686523
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CF3	116,0604515	116,0604515	0,0030938	0,9717461
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	88,78444344	88,7844434	0,0023667	0,9741129
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	72,89381229	72,8938123	0,0019431	0,9760560
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	69,231086	69,2310860	0,0018455	0,9779015
2.A.2 - Lime production	CO2	67,8735	67,8735000	0,0018093	0,9797108
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	62,7633392	62,7633392	0,0016731	0,9813839
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	59,0673296	59,0673296	0,0015746	0,9829584
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	49,55957028	49,5595703	0,0013211	0,9842795
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	44,63480952	44,6348095	0,0011898	0,9854694
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH2FCF3	41,34034961	41,3403496	0,0011020	0,9865714
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	40,35938383	40,3593838	0,0010759	0,9876472
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	34,14042324	34,1404232	0,0009101	0,9885573
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,11330976	34,1133098	0,0009094	0,9894667
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	29,82969396	29,8296940	0,0007952	0,9902618
3.A.2.c - Sheep	CH4	26,0360394	26,0360394	0,0006940	0,9909559
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	24,57644396	24,5764440	0,0006551	0,9916110
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	24,466	24,4660000	0,0006522	0,9922632
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	24,34898854	24,3489885	0,0006491	0,9929123

## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Accumulative
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	21,68906322	21,6890632	0,0005782	0,9934904
3.A.2.f - Horses	CH <sub>4</sub>	18,95426064	18,9542606	0,0005053	0,9939957
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	16,68930998	16,6893100	0,0004449	0,9944406
2.F.3 - Fire Protection	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	16,22027771	16,2202777	0,0004324	0,9948730
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH <sub>4</sub>	15,5897784	15,5897784	0,0004156	0,9952885
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	14,60770333	14,6077033	0,0003894	0,9956779
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	13,95	13,9500000	0,0003719	0,9960498
3.A.2.h - Swine	N <sub>2</sub> O	13,06384669	13,0638467	0,0003482	0,9963980
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	11,80512512	11,8051251	0,0003147	0,9967127
2.D.1 - Lubricant Use	CO <sub>2</sub>	10,63568	10,6356800	0,0002835	0,9969962
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	9,477143883	9,4771439	0,0002526	0,9972489
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	9,33195852	9,3319585	0,0002488	0,9974976
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	8,187243253	8,1872433	0,0002182	0,9977159
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	6,854082648	6,8540826	0,0001827	0,9978986
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	5,0995224	5,0995224	0,0001359	0,9980345
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CO <sub>2</sub>	4,652651527	4,6526515	0,0001240	0,9981586
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	4,56527964	4,5652796	0,0001217	0,9982803
3.A.1.h - Swine	CH <sub>4</sub>	4,508	4,5080000	0,0001202	0,9984004
3.A.2.h - Swine	CH <sub>4</sub>	4,508	4,5080000	0,0001202	0,9985206
3.A.2.i - Poultry	CH <sub>4</sub>	4,43022496	4,4302250	0,0001181	0,9986387
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	4,126830412	4,1268304	0,0001100	0,9987487
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	4,113857392	4,1138574	0,0001097	0,9988584
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO <sub>2</sub>	3,98134	3,9813400	0,0001061	0,9989645
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	3,895626883	3,8956269	0,0001038	0,9990683
3.A.2.a.i - Dairy cows	N <sub>2</sub> O	3,102094233	3,1020942	0,0000827	0,9991510
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH <sub>4</sub>	3,051594	3,0515940	0,0000813	0,9992324
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH <sub>4</sub>	3,049662	3,0496620	0,0000813	0,9993137
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N <sub>2</sub> O	2,63530575	2,6353058	0,0000702	0,9993839
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF <sub>6</sub>	2,234066667	2,2340667	0,0000596	0,9994435
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	1,995883148	1,9958831	0,0000532	0,9994967
2.G.3.a - Medical Applications	N <sub>2</sub> O	1,953667848	1,9536678	0,0000521	0,9995488
4.C.1 - Waste Incineration	CO <sub>2</sub>	1,735900238	1,7359002	0,0000463	0,9995950
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	1,608632288	1,6086323	0,0000429	0,9996379
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1,412783775	1,4127838	0,0000377	0,9996756
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO <sub>2</sub>	1,31	1,3100000	0,0000349	0,9997105
3.A.1.d - Goats	CH <sub>4</sub>	1,29094	1,2909400	0,0000344	0,9997449
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,164184453	1,1641845	0,0000310	0,9997759
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,112164805	1,1121648	0,0000296	0,9998056
3.A.2.i - Poultry	N <sub>2</sub> O	1,047151466	1,0471515	0,0000279	0,9998335



## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Contribution	Acumulative
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	0,772515725	0,7725157	0,0000206	0,9998541
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N <sub>2</sub> O	0,74877075	0,7487708	0,0000200	0,9998741
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,688156516	0,6881565	0,0000183	0,9998924
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	0,62048376	0,6204838	0,0000165	0,9999089
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO <sub>2</sub>	0,609699027	0,6096990	0,0000163	0,9999252
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N <sub>2</sub> O	0,319536576	0,3195366	0,0000085	0,9999337
3.A.1.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,28	0,2800000	0,0000075	0,9999412
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,27160609	0,2716061	0,0000072	0,9999484
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,254953042	0,2549530	0,0000068	0,9999552
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH <sub>4</sub>	0,253217664	0,2532177	0,0000068	0,9999620
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,24409044	0,2440904	0,0000065	0,9999685
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0,14718132	0,1471813	0,0000039	0,9999724
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	0,129716829	0,1297168	0,0000035	0,9999758
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,113713488	0,1137135	0,0000030	0,9999789
2.B.5 - Carbide Production	CO <sub>2</sub>	0,111991	0,1119910	0,0000030	0,9999819
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,104293188	0,1042932	0,0000028	0,9999846
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,090267408	0,0902674	0,0000024	0,9999871
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,069994128	0,0699941	0,0000019	0,9999889
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,063463514	0,0634635	0,0000017	0,9999906
2.A.4.a - Ceramics	CO <sub>2</sub>	0,055	0,0550000	0,0000015	0,9999921
3.A.2.d - Goats	CH <sub>4</sub>	0,04389196	0,0438920	0,0000012	0,9999932
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,036341424	0,0363414	0,0000010	0,9999942
4.C.1 - Waste Incineration	N <sub>2</sub> O	0,02787961	0,0278796	0,0000007	0,9999950
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	0,02562435	0,0256244	0,0000007	0,9999956
3.A.2.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,0252	0,0252000	0,0000007	0,9999963
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,024735614	0,0247356	0,0000007	0,9999970
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,023410492	0,0234105	0,0000006	0,9999976
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,020636737	0,0206367	0,0000006	0,9999981
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,019971036	0,0199710	0,0000005	0,9999987
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,014888261	0,0148883	0,0000004	0,9999991
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,014090675	0,0140907	0,0000004	0,9999995
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	0,013012574	0,0130126	0,0000003	0,9999998
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,002754914	0,0027549	0,0000001	0,9999999
4.C.1 - Waste Incineration	CH <sub>4</sub>	0,001767462	0,0017675	0,0000000	0,9999999
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,001325275	0,0013253	0,0000000	1,0000000
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,000973012	0,0009730	0,0000000	1,0000000
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	0,000752567	0,0007526	0,0000000	1,0000000
	<b>TOTAL</b>	<b>37.514</b>	<b>37.514</b>		<b>1</b>

## ANEXOS

### Nivel 2, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
3.C.4 - Direct N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	5930,727548	5.930,7275480	0,0912523	0,0000000	158,0000000	158,00	14,4178704	0,3380857	0,34
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO <sub>2</sub>	-17891,65791	17.891,6579115	0,2752876	0,0000000	21,0000000	21,00	5,7810395	0,1355600	0,47
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH <sub>4</sub>	16944,37878	16.944,3787802	0,2607124	5,0000000	20,0000000	20,62	5,3747241	0,1260323	0,60
3.C.5 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	1429,521642	1.429,5216416	0,0219951	0,0000000	244,0000000	244,00	5,3668149	0,1258469	0,73
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO <sub>2</sub>	3956,155091	3.956,1550907	0,0608709	0,0000000	29,0000000	29,00	1,7652547	0,0413936	0,77
4.A - Solid Waste Disposal	CH <sub>4</sub>	1357,893938	1.357,8939380	0,0208931	51,9600000	49,5000000	71,76	1,4993720	0,0351589	0,80
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	40,35938383	40,3593838	0,0006210	122,6784415	1.345,4545455	1.351,04	0,8389720	0,0196731	0,82
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	4082,472899	4.082,4728989	0,0628144	10,0000000	7,2967578	12,38	0,7775874	0,0182337	0,84
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	116,2573877	116,2573877	0,0017888	86,6025404	346,4101615	357,07	0,6387218	0,0149774	0,85
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO <sub>2</sub>	2989,219773	2.989,2197734	0,0459932	0,0000000	11,0000000	11,00	0,5059255	0,0118635	0,87
3.C.7 - Rice cultivation	CH <sub>4</sub>	414,125712	414,1257120	0,0063719	0,0000000	76,0000000	76,00	0,4842636	0,0113555	0,88
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	24,57644396	24,5764440	0,0003781	14,1421356	1.166,7261890	1.166,81	0,4412208	0,0103462	0,89
3.B.6.b - Land Converted to Other land	CO <sub>2</sub>	886,8936879	886,8936879	0,0136461	0,0000000	31,0000000	31,00	0,4230282	0,0099196	0,90
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	69,231086	69,2310860	0,0010652	10,0000000	363,6569372	363,79	0,3875192	0,0090870	0,91
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	1113,481553	1.113,4815534	0,0171324	7,0710678	19,9410782	21,16	0,3624822	0,0084999	0,92
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	886,9712731	886,9712731	0,0136473	15,0000000	20,8342180	25,67	0,3503560	0,0082155	0,92
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH <sub>4</sub>	935,5902372	935,5902372	0,0143953	5,0000000	20,0000000	20,62	0,2967674	0,0069589	0,93
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	867,86798	867,8679800	0,0133533	5,0000000	20,0000000	20,62	0,2752860	0,0064552	0,94
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	6,854082648	6,8540826	0,0001055	122,6784415	2.529,2136105	2.532,19	0,2670430	0,0062619	0,94
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	34,11330976	34,1133098	0,0005249	11,1803399	440,5029953	440,64	0,2312856	0,0054234	0,95
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	128,0253598	128,0253598	0,0019698	87,6800000	68,5200000	111,28	0,2192002	0,0051400	0,95
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	116,0604515	116,0604515	0,0017857	87,6800000	68,5200000	111,28	0,1987144	0,0046597	0,96
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	186,2240751	186,2240751	0,0028653	51,3400000	42,4300000	66,60	0,1908414	0,0044751	0,96
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	813,6493557	813,6493557	0,0125191	11,1803399	7,4300471	13,42	0,1680573	0,0039408	0,97
3.C.3 - Urea application	CO <sub>2</sub>	174,1932133	174,1932133	0,0026802	10,0000000	50,0000000	50,99	0,1366639	0,0032046	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	14,60770333	14,6077033	0,0002248	86,6025404	476,3139721	484,12	0,1088112	0,0025515	0,97

## ANEXOS

### Nivel 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH <sub>4</sub>	332,5820338	332,5820338	0,0051172	5,0000000	20,0000000	20,62	0,1054944	0,0024737	0,98
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	59,0673296	59,0673296	0,0009088	87,6800000	68,5200000	111,28	0,1011329	0,0023715	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N <sub>2</sub> O	62,7633392	62,7633392	0,0009657	52,6200000	90,0000000	104,25	0,1006779	0,0023608	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	72,89381229	72,8938123	0,0011216	52,6200000	42,4300000	67,60	0,0758133	0,0017778	0,98
3.A.1.f - Horses	CH <sub>4</sub>	208,034568	208,0345680	0,0032009	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0659882	0,0015474	0,98
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	21,68906322	21,6890632	0,0003337	0,0000000	165,0000000	165,00	0,0550631	0,0012912	0,99
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	8,187243253	8,1872433	0,0001260	10,0000000	423,8497809	423,97	0,0534080	0,0012524	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	3,895626883	3,8956269	0,0000599	14,1421356	848,5281374	848,65	0,0508675	0,0011928	0,99
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO <sub>2</sub>	-380,6463375	380,6463375	0,0058568	0,0000000	8,0000000	8,00	0,0468541	0,0010987	0,99
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	CO <sub>2</sub>	145,4106885	145,4106885	0,0022373	0,0000000	20,0000000	20,00	0,0447468	0,0010493	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	4,126830412	4,1268304	0,0000635	15,0000000	698,4890870	698,65	0,0443621	0,0010403	0,99
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	41,34034961	41,3403496	0,0006361	50,0000000	33,3000000	60,07	0,0382118	0,0008960	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	5,0995224	5,0995224	0,0000785	8,6602540	384,9001795	385,00	0,0302081	0,0007084	0,99
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	16,68930998	16,6893100	0,0002568	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0268094	0,0006287	0,99
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	9,477143883	9,4771439	0,0001458	30,0000000	166,7000000	169,38	0,0246985	0,0005792	0,99
2.A.1 - Cement production	CO <sub>2</sub>	415,6773118	415,6773118	0,0063958	1,5000000	2,9000000	3,26	0,0208819	0,0004897	0,99
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	11,80512512	11,8051251	0,0001816	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0202123	0,0004740	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO <sub>2</sub>	24,34898854	24,3489885	0,0003746	10,0000000	40,9498184	42,15	0,0157924	0,0003703	0,99
3.A.2.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	26,0360394	26,0360394	0,0004006	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0144438	0,0003387	1,00
3.A.2.h - Swine	CH <sub>4</sub>	4,508	4,5080000	0,0000694	200,0000000	30,0000000	202,24	0,0140275	0,0003289	1,00
3.A.2.h - Swine	N <sub>2</sub> O	13,06384669	13,0638467	0,0002010	54,0000000	30,0000000	61,77	0,0124168	0,0002912	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	88,78444344	88,7844434	0,0013661	7,0710678	5,5437172	8,99	0,0122743	0,0002878	1,00
3.A.2.f - Horses	CH <sub>4</sub>	18,95426064	18,9542606	0,0002916	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0105151	0,0002466	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH <sub>4</sub>	3,049662	3,0496620	0,0000469	200,0000000	85,0000000	217,31	0,0101970	0,0002391	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	1,995883148	1,9958831	0,0000307	7,0710678	329,9784505	330,05	0,0101358	0,0002377	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N <sub>2</sub> O	2,63530575	2,6353058	0,0000405	200,0000000	90,0000000	219,32	0,0088928	0,0002085	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	29,82969396	29,8296940	0,0004590	14,1421356	11,0918711	17,97	0,0082491	0,0001934	1,00

## ANEXOS

### Nivel 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,63568	10,6356800	0,0001636	4,0000000	50,0000000	50,16	0,0082084	0,0001925	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,688156516	0,6881565	0,0000106	15,0000000	698,4890870	698,65	0,0073975	0,0001735	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	49,55957028	49,5595703	0,0007625	7,0710678	5,5437172	8,99	0,0068515	0,0001607	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,164184453	1,1641845	0,0000179	11,1803399	381,0254060	381,19	0,0068281	0,0001601	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH4	0,772515725	0,7725157	0,0000119	50,2493781	556,9990430	559,26	0,0066475	0,0001559	1,00
2.A.2 - Lime production	CO2	67,8735	67,8735000	0,0010443	6,0000000	2,0000000	6,32	0,0066049	0,0001549	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	1,112164805	1,1121648	0,0000171	7,0710678	329,7451878	329,82	0,0056440	0,0001323	1,00
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	24,466	24,4660000	0,0003764	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0053237	0,0001248	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,102094233	3,1020942	0,0000477	21,0000000	104,0000000	106,10	0,0050641	0,0001187	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	15,5897784	15,5897784	0,0002399	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0049450	0,0001160	1,00
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO2	1115,845438	1.115,8454381	0,0171688	0,0000000	0,2600000	0,26	0,0044639	0,0001047	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	34,14042324	34,1404232	0,0005253	7,0710678	3,4648232	7,87	0,0041364	0,0000970	1,00
2.F.3 - Fire Protection	CF3CHFCF3	16,22027771	16,2202777	0,0002496	15,0000000	6,0000000	16,16	0,0040319	0,0000945	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CO2	4,652651527	4,6526515	0,0000716	50,2493781	25,2680009	56,24	0,0040264	0,0000944	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	44,63480952	44,6348095	0,0006868	5,0000000	2,0200000	5,39	0,0037035	0,0000868	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	4,56527964	4,5652796	0,0000702	5,0000000	50,0000000	50,25	0,0035297	0,0000828	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH4	4,43022496	4,4302250	0,0000682	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0024577	0,0000576	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	13,95	13,9500000	0,0002146	7,0710678	7,5519004	10,35	0,0022206	0,0000521	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	1,047151466	1,0471515	0,0000161	54,0000000	112,0000000	124,34	0,0020033	0,0000470	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0,253217664	0,2532177	0,0000039	10,0000000	466,6666667	466,77	0,0018186	0,0000426	1,00
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	113,1350715	113,1350715	0,0017407	0,0000000	1,0000000	1,00	0,0017407	0,0000408	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0,254953042	0,2549530	0,0000039	5,0000000	412,5000000	412,53	0,0016183	0,0000379	1,00
3.A.1.h - Swine	CH4	4,508	4,5080000	0,0000694	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0014299	0,0000335	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O	0,113713488	0,1137135	0,0000017	7,0710678	707,1067812	707,14	0,0012372	0,0000290	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO2	1,735900238	1,7359002	0,0000267	30,0000000	30,0000000	42,43	0,0011332	0,0000266	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF6	2,234066667	2,2340667	0,0000344	10,0000000	30,0000000	31,62	0,0010870	0,0000255	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N2O	0,319536576	0,3195366	0,0000049	10,0000000	216,6666667	216,90	0,0010664	0,0000250	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	9,33195852	9,3319585	0,0001436	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0010153	0,0000238	1,00

## ANEXOS

### Nivel 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	0,609699027	0,6096990	0,0000094	5,0000000	100,1200000	100,24	0,0009404	0,0000221	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH3CF2CH2CF3	4,113857392	4,1138574	0,0000633	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0008952	0,0000210	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,2800000	0,0000043	200,0000000	50,0000000	206,16	0,0008882	0,0000208	1,00
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO2	3,98134	3,9813400	0,0000613	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0008663	0,0000203	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	0,24409044	0,2440904	0,0000038	7,0710678	197,9898987	198,12	0,0007441	0,0000174	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4	0,27160609	0,2716061	0,0000042	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0005917	0,0000139	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO2	1,608632288	1,6086323	0,0000248	5,0000000	18,3210463	18,99	0,0004700	0,0000110	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	3,051594	3,0515940	0,0000470	10,0000000	0,0000000	10,00	0,0004695	0,0000110	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N2O	1,953667848	1,9536678	0,0000301	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0004251	0,0000100	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,29094	1,2909400	0,0000199	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0004095	0,0000096	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF3CHF2CF3	1,412783775	1,4127838	0,0000217	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0003074	0,0000072	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,023410492	0,0234105	0,0000004	7,0710678	707,1067812	707,14	0,0002547	0,0000060	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0,014090675	0,0140907	0,0000002	14,1421356	1.170,4699911	1.170,56	0,0002538	0,0000060	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,104293188	0,1042932	0,0000016	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0002272	0,0000053	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0,129716829	0,1297168	0,0000020	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0002221	0,0000052	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	0,069994128	0,0699941	0,0000011	5,0000000	140,0000000	140,09	0,0001509	0,0000035	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	0,063463514	0,0634635	0,0000010	5,0000000	150,6000000	150,68	0,0001471	0,0000035	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	0,74877075	0,7487708	0,0000115	10,0000000	0,0000000	10,00	0,0001152	0,0000027	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,019971036	0,0199710	0,0000003	8,6602540	346,4101615	346,52	0,0001065	0,0000025	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,31	1,3100000	0,0000202	4,2400000	2,5000000	4,92	0,0000992	0,0000023	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,090267408	0,0902674	0,0000014	7,0710678	70,7106781	71,06	0,0000987	0,0000023	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0,014888261	0,0148883	0,0000002	14,1421356	412,3105626	412,55	0,0000945	0,0000022	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252000	0,0000004	200,0000000	30,0000000	202,24	0,0000784	0,0000018	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,024735614	0,0247356	0,0000004	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0000539	0,0000013	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	0,62048376	0,6204838	0,0000095	5,0000000	2,0200000	5,39	0,0000515	0,0000012	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,02787961	0,0278796	0,0000004	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0000448	0,0000011	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0,02562435	0,0256244	0,0000004	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0000439	0,0000010	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF2CH2CF3	0,14718132	0,1471813	0,0000023	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0000320	0,0000008	1,00

## ANEXOS

### Nivel 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
3.A.2.d - Goats	CH <sub>4</sub>	0,04389196	0,0438920	0,0000007	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0000243	0,0000006	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO <sub>2</sub>	0,111991	0,1119910	0,0000017	5,0000000	10,0000000	11,18	0,0000193	0,0000005	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,001325275	0,0013253	0,0000000	11,1803399	714,5059482	714,59	0,0000146	0,0000003	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,002754914	0,0027549	0,0000000	7,0710678	212,1320344	212,25	0,0000090	0,0000002	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	0,013012574	0,0130126	0,0000002	8,6602540	21,5814479	23,25	0,0000047	0,0000001	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO <sub>2</sub>	0,055	0,0550000	0,0000008	4,2400000	3,0000000	5,19	0,0000044	0,0000001	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,036341424	0,0363414	0,0000006	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0000040	0,0000001	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,000973012	0,0009730	0,0000000	5,0000000	200,0000000	200,06	0,0000030	0,0000001	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH <sub>4</sub>	0,001767462	0,0017675	0,0000000	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0000028	0,0000001	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,020636737	0,0206367	0,0000003	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0000022	0,0000001	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	0,000752567	0,0007526	0,0000000	11,1803399	32,5112628	34,38	0,0000004	0,0000000	1,00
TOTAL		28.448	64.993							1

## ANEXOS

### Nivel 2 sin UTCUTS, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
3.C.4 - Direct N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	5930,727548	5.930,7275480	0,1580952	0,0000000	158,0000000	158,00	24,9790460	0,4231521	0,42
3.C.4 - Direct N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	5930,727548	5.930,7275480	0,1580952	0,0000000	158,0000000	158,00	24,9790460	0,4231521	0,42
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH <sub>4</sub>	16944,37878	16.944,3787802	0,4516858	5,0000000	20,0000000	20,62	9,3117413	0,1577435	0,58
3.C.5 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	1429,521642	1.429,5216416	0,0381067	0,0000000	244,0000000	244,00	9,2980387	0,1575114	0,74
4.A - Solid Waste Disposal	CH <sub>4</sub>	1357,893938	1.357,8939380	0,0361973	51,9600000	49,5000000	71,76	2,5976708	0,0440053	0,78
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	40,35938383	40,3593838	0,0010759	122,6784415	1.345,4545455	1.351,04	1,4535240	0,0246231	0,81
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	4082,472899	4.082,4728989	0,1088264	10,0000000	7,2967578	12,38	1,3471748	0,0228215	0,83
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	116,2573877	116,2573877	0,0030991	86,6025404	346,4101615	357,07	1,1065892	0,0187459	0,85
3.C.7 - Rice cultivation	CH <sub>4</sub>	414,125712	414,1257120	0,0110393	0,0000000	76,0000000	76,00	0,8389896	0,0142127	0,86
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	24,57644396	24,5764440	0,0006551	14,1421356	1.166,7261890	1.166,81	0,7644176	0,0129494	0,88
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	69,231086	69,2310860	0,0018455	10,0000000	363,6569372	363,79	0,6713793	0,0113734	0,89
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	1113,481553	1.113,4815534	0,0296820	7,0710678	19,9410782	21,16	0,6280026	0,0106385	0,90
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	886,9712731	886,9712731	0,0236440	15,0000000	20,8342180	25,67	0,6069939	0,0102826	0,91
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH <sub>4</sub>	935,5902372	935,5902372	0,0249400	5,0000000	20,0000000	20,62	0,5141513	0,0087099	0,92
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	867,86798	867,8679800	0,0231347	5,0000000	20,0000000	20,62	0,4769347	0,0080794	0,92
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	6,854082648	6,8540826	0,0001827	122,6784415	2.529,2136105	2.532,19	0,4626536	0,0078375	0,93
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	34,11330976	34,1133098	0,0009094	11,1803399	440,5029953	440,64	0,4007037	0,0067880	0,94
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	128,0253598	128,0253598	0,0034128	87,6800000	68,5200000	111,28	0,3797657	0,0064333	0,95
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	116,0604515	116,0604515	0,0030938	87,6800000	68,5200000	111,28	0,3442738	0,0058321	0,95
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	186,2240751	186,2240751	0,0049642	51,3400000	42,4300000	66,60	0,3306338	0,0056010	0,96
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	813,6493557	813,6493557	0,0216894	11,1803399	7,4300471	13,42	0,2911603	0,0049323	0,96
3.C.3 - Urea application	CO <sub>2</sub>	174,1932133	174,1932133	0,0046435	10,0000000	50,0000000	50,99	0,2367711	0,0040110	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	14,60770333	14,6077033	0,0003894	86,6025404	476,3139721	484,12	0,1885161	0,0031935	0,97
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH <sub>4</sub>	332,5820338	332,5820338	0,0088656	5,0000000	20,0000000	20,62	0,1827696	0,0030962	0,97
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	59,0673296	59,0673296	0,0015746	87,6800000	68,5200000	111,28	0,1752133	0,0029682	0,98

## ANEXOS

### Nivel 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N <sub>2</sub> O	62,7633392	62,7633392	0,0016731	52,6200000	90,0000000	104,25	0,1744251	0,0029548	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	72,89381229	72,8938123	0,0019431	52,6200000	42,4300000	67,60	0,1313470	0,0022251	0,98
3.A.1.f - Horses	CH <sub>4</sub>	208,034568	208,0345680	0,0055456	5,0000000	20,0000000	20,62	0,1143249	0,0019367	0,98
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	21,68906322	21,6890632	0,0005782	0,0000000	165,0000000	165,00	0,0953972	0,0016161	0,98
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	8,187243253	8,1872433	0,0002182	10,0000000	423,8497809	423,97	0,0925297	0,0015675	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	3,895626883	3,8956269	0,0001038	14,1421356	848,5281374	848,65	0,0881282	0,0014929	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	4,126830412	4,1268304	0,0001100	15,0000000	698,4890870	698,65	0,0768577	0,0013020	0,99
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	41,34034961	41,3403496	0,0011020	50,0000000	33,3000000	60,07	0,0662021	0,0011215	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	5,0995224	5,0995224	0,0001359	8,6602540	384,9001795	385,00	0,0523357	0,0008866	0,99
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	16,68930998	16,6893100	0,0004449	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0464475	0,0007868	0,99
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	9,477143883	9,4771439	0,0002526	30,0000000	166,7000000	169,38	0,0427903	0,0007249	0,99
2.A.1 - Cement production	CO <sub>2</sub>	415,6773118	415,6773118	0,0110807	1,5000000	2,9000000	3,26	0,0361781	0,0006129	0,99
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	11,80512512	11,8051251	0,0003147	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0350179	0,0005932	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO <sub>2</sub>	24,34898854	24,3489885	0,0006491	10,0000000	40,9498184	42,15	0,0273604	0,0004635	0,99
3.A.2.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	26,0360394	26,0360394	0,0006940	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0250240	0,0004239	0,99
3.A.2.h - Swine	CH <sub>4</sub>	4,508	4,5080000	0,0001202	200,0000000	30,0000000	202,24	0,0243028	0,0004117	0,99
3.A.2.h - Swine	N <sub>2</sub> O	13,06384669	13,0638467	0,0003482	54,0000000	30,0000000	61,77	0,0215123	0,0003644	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	88,78444344	88,7844434	0,0023667	7,0710678	5,5437172	8,99	0,0212654	0,0003602	1,00
3.A.2.f - Horses	CH <sub>4</sub>	18,95426064	18,9542606	0,0005053	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0182175	0,0003086	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH <sub>4</sub>	3,049662	3,0496620	0,0000813	200,0000000	85,0000000	217,31	0,0176664	0,0002993	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	1,995883148	1,9958831	0,0000532	7,0710678	329,9784505	330,05	0,0175603	0,0002975	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N <sub>2</sub> O	2,63530575	2,6353058	0,0000702	200,0000000	90,0000000	219,32	0,0154069	0,0002610	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	29,82969396	29,8296940	0,0007952	14,1421356	11,0918711	17,97	0,0142916	0,0002421	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO <sub>2</sub>	10,63568	10,6356800	0,0002835	4,0000000	50,0000000	50,16	0,0142210	0,0002409	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,688156516	0,6881565	0,0000183	15,0000000	698,4890870	698,65	0,0128162	0,0002171	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	49,55957028	49,5595703	0,0013211	7,0710678	5,5437172	8,99	0,0118703	0,0002011	1,00



## ANEXOS

### Nivel 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,164184453	1,1641845	0,0000310	11,1803399	381,0254060	381,19	0,0118297	0,0002004	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	0,772515725	0,7725157	0,0000206	50,2493781	556,9990430	559,26	0,0115168	0,0001951	1,00
2.A.2 - Lime production	CO <sub>2</sub>	67,8735	67,8735000	0,0018093	6,0000000	2,0000000	6,32	0,0114430	0,0001938	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,112164805	1,1121648	0,0000296	7,0710678	329,7451878	329,82	0,0097782	0,0001656	1,00
2.F.4 - Aerosols	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	24,466	24,4660000	0,0006522	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0092234	0,0001562	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N <sub>2</sub> O	3,102094233	3,1020942	0,0000827	21,0000000	104,0000000	106,10	0,0087736	0,0001486	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH <sub>4</sub>	15,5897784	15,5897784	0,0004156	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0085673	0,0001451	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	34,14042324	34,1404232	0,0009101	7,0710678	3,4648232	7,87	0,0071663	0,0001214	1,00
2.F.3 - Fire Protection	CF <sub>3</sub> CHF <sub>3</sub>	16,22027771	16,2202777	0,0004324	15,0000000	6,0000000	16,16	0,0069854	0,0001183	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CO <sub>2</sub>	4,652651527	4,6526515	0,0001240	50,2493781	25,2680009	56,24	0,0069758	0,0001182	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	44,63480952	44,6348095	0,0011898	5,0000000	2,0200000	5,39	0,0064163	0,0001087	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	4,56527964	4,5652796	0,0001217	5,0000000	50,0000000	50,25	0,0061152	0,0001036	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH <sub>4</sub>	4,43022496	4,4302250	0,0001181	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0042580	0,0000721	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	13,95	13,9500000	0,0003719	7,0710678	7,5519004	10,35	0,0038472	0,0000652	1,00
3.A.2.i - Poultry	N <sub>2</sub> O	1,047151466	1,0471515	0,0000279	54,0000000	112,0000000	124,34	0,0034708	0,0000588	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH <sub>4</sub>	0,253217664	0,2532177	0,0000068	10,0000000	466,6666667	466,77	0,0031507	0,0000534	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,254953042	0,2549530	0,0000068	5,0000000	412,5000000	412,53	0,0028037	0,0000475	1,00
3.A.1.h - Swine	CH <sub>4</sub>	4,508	4,5080000	0,0001202	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0024774	0,0000420	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,113713488	0,1137135	0,0000030	7,0710678	707,1067812	707,14	0,0021435	0,0000363	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO <sub>2</sub>	1,735900238	1,7359002	0,0000463	30,0000000	30,0000000	42,43	0,0019632	0,0000333	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF <sub>6</sub>	2,234066667	2,2340667	0,0000596	10,0000000	30,0000000	31,62	0,0018832	0,0000319	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N <sub>2</sub> O	0,319536576	0,3195366	0,0000085	10,0000000	216,6666667	216,90	0,0018475	0,0000313	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	9,33195852	9,3319585	0,0002488	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0017590	0,0000298	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO <sub>2</sub>	0,609699027	0,6096990	0,0000163	5,0000000	100,1200000	100,24	0,0016293	0,0000276	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	4,113857392	4,1138574	0,0001097	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0015509	0,0000263	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,28	0,2800000	0,0000075	200,0000000	50,0000000	206,16	0,0015387	0,0000261	1,00
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO <sub>2</sub>	3,98134	3,9813400	0,0001061	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0015009	0,0000254	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,24409044	0,2440904	0,0000065	7,0710678	197,9898987	198,12	0,0012891	0,0000218	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,27160609	0,2716061	0,0000072	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0010252	0,0000174	1,00

## ANEXOS

### Nivel 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO2	1,608632288	1,6086323	0,0000429	5,0000000	18,3210463	18,99	0,0008144	0,0000138	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	3,051594	3,0515940	0,0000813	10,0000000	0,0000000	10,00	0,0008135	0,0000138	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N2O	1,953667848	1,9536678	0,0000521	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0007365	0,0000125	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,29094	1,2909400	0,0000344	5,0000000	20,0000000	20,62	0,0007094	0,0000120	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF3CHF2	1,412783775	1,4127838	0,0000377	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0005326	0,0000090	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,023410492	0,0234105	0,0000006	7,0710678	707,1067812	707,14	0,0004413	0,0000075	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0,014090675	0,0140907	0,0000004	14,1421356	1.170,4699911	1.170,56	0,0004397	0,0000074	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,104293188	0,1042932	0,0000028	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0003937	0,0000067	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0,129716829	0,1297168	0,0000035	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0003848	0,0000065	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	0,069994128	0,0699941	0,0000019	5,0000000	140,0000000	140,09	0,0002614	0,0000044	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	0,063463514	0,0634635	0,0000017	5,0000000	150,6000000	150,68	0,0002549	0,0000043	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	0,74877075	0,7487708	0,0000200	10,0000000	0,0000000	10,00	0,0001996	0,0000034	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,019971036	0,0199710	0,0000005	8,6602540	346,4101615	346,52	0,0001845	0,0000031	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,31	1,3100000	0,0000349	4,2400000	2,5000000	4,92	0,0001719	0,0000029	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,090267408	0,0902674	0,0000024	7,0710678	70,7106781	71,06	0,0001710	0,0000029	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0,014888261	0,0148883	0,0000004	14,1421356	412,3105626	412,55	0,0001637	0,0000028	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252000	0,0000007	200,0000000	30,0000000	202,24	0,0001359	0,0000023	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,024735614	0,0247356	0,0000007	7,0710678	141,4213562	141,60	0,0000934	0,0000016	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	0,62048376	0,6204838	0,0000165	5,0000000	2,0200000	5,39	0,0000892	0,0000015	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,02787961	0,0278796	0,0000007	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0000776	0,0000013	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0,02562435	0,0256244	0,0000007	87,6800000	68,5200000	111,28	0,0000760	0,0000013	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF2CH2CF3	0,14718132	0,1471813	0,0000039	10,0000000	10,0000000	14,14	0,0000555	0,0000009	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,04389196	0,0438920	0,0000012	20,0000000	30,0000000	36,06	0,0000422	0,0000007	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO2	0,111991	0,1119910	0,0000030	5,0000000	10,0000000	11,18	0,0000334	0,0000006	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0,001325275	0,0013253	0,0000000	11,1803399	714,5059482	714,59	0,0000252	0,0000004	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,002754914	0,0027549	0,0000001	7,0710678	212,1320344	212,25	0,0000156	0,0000003	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	0,013012574	0,0130126	0,0000003	8,6602540	21,5814479	23,25	0,0000081	0,0000001	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO2	0,055	0,0550000	0,0000015	4,2400000	3,0000000	5,19	0,0000076	0,0000001	1,00

## ANEXOS

### Nivel 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Level 2020	Activity Data Uncertainty (%) <sup>a</sup>	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Level x U	Contribution	Accumulative
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,036341424	0,0363414	0,0000010	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0000069	0,0000001	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,000973012	0,0009730	0,0000000	5,0000000	200,0000000	200,06	0,0000052	0,0000001	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH <sub>4</sub>	0,001767462	0,0017675	0,0000000	30,0000000	100,0000000	104,40	0,0000049	0,0000001	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,020636737	0,0206367	0,0000006	5,0000000	5,0000000	7,07	0,0000039	0,0000001	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	0,000752567	0,0007526	0,0000000	11,1803399	32,5112628	34,38	0,0000007	0,0000000	1,00
	<b>TOTAL</b>	<b>37.514</b>	<b>37.514</b>					<b>59,0308942</b>		

### Tendencia 1, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txt)	Contribución	Acumulativo
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO <sub>2</sub>	-2931,315093	-17891,65791	2.931,3150928	17.891,6579115	0,0792326	0,4258112	0,4138436	0,41
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO <sub>2</sub>	-3300,888932	3956,155091	3.300,8889323	3.956,1550907	0,0892221	0,1720158	0,1671812	0,58
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	3412,71	867,86798	3.412,7100000	867,8679800	0,0922446	0,0937442	0,0911095	0,67
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO <sub>2</sub>	148,7291025	2989,219773	148,7291025	2.989,2197734	0,0040201	0,0756900	0,0735627	0,75
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	1365,06176	4082,472899	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0368972	0,0634679	0,0616841	0,81
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO <sub>2</sub>	-586,4175103	1115,845438	586,4175103	1.115,8454381	0,0158507	0,0417231	0,0405505	0,85
3.B.6.b - Land Converted to Other land	CO <sub>2</sub>	0,0000000	886,8936879	0,0000000	886,8936879	0,0000000	0,0239725	0,0232987	0,87
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO <sub>2</sub>	-2931,315093	-17891,65791	2.931,3150928	17.891,6579115	0,0792326	0,4258112	0,4138436	0,41
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO <sub>2</sub>	-3300,888932	3956,155091	3.300,8889323	3.956,1550907	0,0892221	0,1720158	0,1671812	0,58
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	3412,71	867,86798	3.412,7100000	867,8679800	0,0922446	0,0937442	0,0911095	0,67
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO <sub>2</sub>	148,7291025	2989,219773	148,7291025	2.989,2197734	0,0040201	0,0756900	0,0735627	0,75
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	1365,06176	4082,472899	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0368972	0,0634679	0,0616841	0,81
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO <sub>2</sub>	-586,4175103	1115,845438	586,4175103	1.115,8454381	0,0158507	0,0417231	0,0405505	0,85
3.B.6.b - Land Converted to Other land	CO <sub>2</sub>	0,0000000	886,8936879	0,0000000	886,8936879	0,0000000	0,0239725	0,0232987	0,87
4.A - Solid Waste Disposal	CH <sub>4</sub>	503,4296934	1357,893938	503,4296934	1.357,8939380	0,0136076	0,0194142	0,0188686	0,89
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	507,7617062	1113,481553	507,7617062	1.113,4815534	0,0137247	0,0126591	0,0123033	0,90
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	985,5513673	813,6493557	985,5513673	813,6493557	0,0266392	0,0118540	0,0115208	0,91

## ANEXOS

### Tendencia 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
3.C.4 - Direct N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	4891,953553	5930,727548	4.891,9535532	5.930,7275480	0,1322281	0,0076981	0,0074817	0,92
3.C.5 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from managed soils	N <sub>2</sub> O	1331,312076	1429,521642	1.331,3120759	1.429,5216416	0,0359850	0,0070816	0,0068826	0,93
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO <sub>2</sub>	-195,1412648	113,1350715	195,1412648	113,1350715	0,0052746	0,0069055	0,0067114	0,93
2.A.1 - Cement production	CO <sub>2</sub>	189,05285	415,6773118	189,0528500	415,6773118	0,0051100	0,0047430	0,0046097	0,94
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	560,5139585	886,9712731	560,5139585	886,9712731	0,0151505	0,0047249	0,0045921	0,94
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO <sub>2</sub>	-289,34774	-380,6463375	289,3477400	380,6463375	0,0078210	0,0045838	0,0044550	0,95
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH <sub>4</sub>	610,3957634	935,5902372	610,3957634	935,5902372	0,0164988	0,0043260	0,0042044	0,95
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	CO <sub>2</sub>	0,0000000	145,4106885	0,0000000	145,4106885	0,0000000	0,0039304	0,0038199	0,96
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	128,0253598	0,0000000	128,0253598	0,0000000	0,0034605	0,0033632	0,96
3.C.3 - Urea application	CO <sub>2</sub>	44	174,1932133	44,0000000	174,1932133	0,0011893	0,0031973	0,0031074	0,96
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	0	116,0604515	0,0000000	116,0604515	0,0000000	0,0031371	0,0030489	0,97
3.C.7 - Rice cultivation	CH <sub>4</sub>	408,408	414,125712	408,4080000	414,1257120	0,0110392	0,0028322	0,0027526	0,97
3.A.2.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	102,3813	26,0360394	102,3813000	26,0360394	0,0027673	0,0028123	0,0027333	0,97
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	100,97	34,14042324	100,9700000	34,1404232	0,0027292	0,0025448	0,0024733	0,97
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	76,29235891	186,2240751	76,2923589	186,2240751	0,0020622	0,0024135	0,0023456	0,98
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	0	88,78444344	0,0000000	88,7844434	0,0000000	0,0023998	0,0023324	0,98
3.A.1.f - Horses	CH <sub>4</sub>	222,264	208,034568	222,2640000	208,0345680	0,0060077	0,0020101	0,0019536	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	114,893727	72,89381229	114,8937270	72,8938123	0,0031055	0,0019755	0,0019200	0,98
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0	59,0673296	0,0000000	59,0673296	0,0000000	0,0015966	0,0015517	0,98
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	0,0000000	49,55957028	0,0000000	49,5595703	0,0000000	0,0013396	0,0013019	0,99
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	20,67113176	69,231086	20,6711318	69,2310860	0,0005587	0,0011614	0,0011287	0,99
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0,0000000	41,34034961	0,0000000	41,3403496	0,0000000	0,0011174	0,0010860	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO <sub>2</sub>	0	29,82969396	0,0000000	29,8296940	0,0000000	0,0008063	0,0007836	0,99
2.A.2 - Lime production	CO <sub>2</sub>	30,5424	67,8735	30,5424000	67,8735000	0,0008256	0,0007857	0,0007636	0,99
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	32,44	13,95	32,4400000	13,9500000	0,0008768	0,0007370	0,0007163	0,99
2.F.4 - Aerosols	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0,0000000	24,466	0,0000000	24,4660000	0,0000000	0,0006613	0,0006427	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO <sub>2</sub>	0	24,34898854	0,0000000	24,3489885	0,0000000	0,0006581	0,0006396	0,99

## ANEXOS

### Tendencia 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (T <sub>xt</sub> )	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,250747452	24,57644396	0,2507475	24,5764440	0,0000068	0,0006557	0,0006373	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	17,28813456	0	17,2881346	0,0000000	0,0004673	0,0005937	0,0005770	0,99
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH <sub>4</sub>	13319,12758	16944,37878	13,319,1275767	16,944,3787802	0,3600123	0,0005840	0,0005676	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	107,5002768	116,2573877	107,5002768	116,2573877	0,0029057	0,0005495	0,0005340	0,99
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	15,54826795	0,62048376	15,5482680	0,6204838	0,0004203	0,0005172	0,0005027	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	17,52125558	40,35938383	17,5212556	40,3593838	0,0004736	0,0004892	0,0004754	0,99
3.A.2.h - Swine	N <sub>2</sub> O	24,25519344	13,06384669	24,2551934	13,0638467	0,0006556	0,0004799	0,0004664	1,00
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	0	16,68930998	0,0000000	16,6893100	0,0000000	0,0004511	0,0004384	1,00
2.F.3 - Fire Protection	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	16,22027771	0,0000000	16,2202777	0,0000000	0,0004384	0,0004261	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	24,82245282	44,63480952	24,8224528	44,6348095	0,0006709	0,0003540	0,0003440	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	11,80512512	0,0000000	11,8051251	0,0000000	0,0003191	0,0003101	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	34,52870079	34,11330976	34,5287008	34,1133098	0,0009333	0,0002637	0,0002563	1,00
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	0	9,477143883	0,0000000	9,4771439	0,0000000	0,0002562	0,0002490	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	14,50977408	9,33195852	14,5097741	9,3319585	0,0003922	0,0002461	0,0002392	1,00
3.A.2.f - Horses	CH <sub>4</sub>	20,25072	18,95426064	20,2507200	18,9542606	0,0005474	0,0001831	0,0001780	1,00
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N <sub>2</sub> O	53,96948966	62,7633392	53,9694897	62,7633392	0,0014588	0,0001570	0,0001526	1,00
3.A.1.h - Swine	CH <sub>4</sub>	7,532	4,508	7,5320000	4,5080000	0,0002036	0,0001368	0,0001330	1,00
3.A.2.h - Swine	CH <sub>4</sub>	7,532	4,508	7,5320000	4,5080000	0,0002036	0,0001368	0,0001330	1,00
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	20,98149025	21,68906322	20,9814903	21,6890632	0,0005671	0,0001343	0,0001305	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	0	4,652651527	0,0000000	4,6526515	0,0000000	0,0001258	0,0001222	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	4,113857392	0,0000000	4,1138574	0,0000000	0,0001112	0,0001081	1,00
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO <sub>2</sub>	0,0000000	3,98134	0,0000000	3,9813400	0,0000000	0,0001076	0,0001046	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	0,039741106	3,895626883	0,0397411	3,8956269	0,0000011	0,0001039	0,0001010	1,00
2.A.3 - Glass Production	CO <sub>2</sub>	2,8875	0	2,8875000	0,0000000	0,0000780	0,0000992	0,0000964	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,587030851	4,126830412	0,5870309	4,1268304	0,0000159	0,0000914	0,0000888	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH <sub>4</sub>	5,0397984	3,051594	5,0397984	3,0515940	0,0001362	0,0000906	0,0000881	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO <sub>2</sub>	10,99178667	10,63568	10,9917867	10,6356800	0,0002971	0,0000900	0,0000875	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO <sub>2</sub>	2,613	0,055	2,6130000	0,0550000	0,0000706	0,0000883	0,0000858	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	2,909189606	6,854082648	2,9091896	6,8540826	0,0000786	0,0000854	0,0000830	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH <sub>4</sub>	1,21580536	4,43022496	1,2158054	4,4302250	0,0000329	0,0000780	0,0000758	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	13,54147191	14,60770333	13,5414719	14,6077033	0,0003660	0,0000702	0,0000682	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH <sub>4</sub>	10,3135536	15,5897784	10,3135536	15,5897784	0,0002788	0,0000672	0,0000653	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF <sub>6</sub>	0,0000000	2,234066667	0,0000000	2,2340667	0,0000000	0,0000604	0,0000587	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N <sub>2</sub> O	0,0000000	1,953667848	0,0000000	1,9536678	0,0000000	0,0000528	0,0000513	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO <sub>2</sub>	0,0000000	1,735900238	0,0000000	1,7359002	0,0000000	0,0000469	0,0000456	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO <sub>2</sub>	0	1,608632288	0,0000000	1,6086323	0,0000000	0,0000435	0,0000423	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,23154722	0,063463514	1,2315472	0,0634635	0,0000333	0,0000406	0,0000394	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	5,14683324	5,0995224	5,1468332	5,0995224	0,0001391	0,0000389	0,0000378	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF <sub>3</sub> CHF <sub>3</sub>	0	1,412783775	0,0000000	1,4127838	0,0000000	0,0000382	0,0000371	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	2,538857894	4,56527964	2,5388579	4,5652796	0,0000686	0,0000362	0,0000352	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	1,231455	0,24409044	1,2314550	0,2440904	0,0000333	0,0000357	0,0000347	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,548204938	1,995883148	0,5482049	1,9958831	0,0000148	0,0000351	0,0000341	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	1,935737672	1,164184453	1,9357377	1,1641845	0,0000523	0,0000350	0,0000340	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO <sub>2</sub>	1,978	1,31	1,9780000	1,3100000	0,0000535	0,0000325	0,0000316	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO <sub>2</sub>	1,297626205	0,609699027	1,2976262	0,6096990	0,0000351	0,0000281	0,0000273	1,00
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH <sub>4</sub>	262,5035953	332,5820338	262,5035953	332,5820338	0,0070954	0,0000255	0,0000248	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N <sub>2</sub> O	3,162153604	3,102094233	3,1621536	3,1020942	0,0000855	0,0000247	0,0000241	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH <sub>4</sub>	3,049662	3,049662	3,0496620	3,0496620	0,0000824	0,0000223	0,0000217	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N <sub>2</sub> O	1,2366172	0,74877075	1,2366172	0,7487708	0,0000334	0,0000222	0,0000216	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	0,0000000	0,772515725	0,0000000	0,7725157	0,0000000	0,0000209	0,0000203	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,293662152	1,112164805	0,2936622	1,1121648	0,0000079	0,0000200	0,0000194	1,00
3.A.2.i - Poultry	N <sub>2</sub> O	0,24353746	1,047151466	0,2435375	1,0471515	0,0000066	0,0000199	0,0000194	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N <sub>2</sub> O	2,63530575	2,63530575	2,6353058	2,6353058	0,0000712	0,0000193	0,0000187	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N <sub>2</sub> O	0	0,319536576	0,0000000	0,3195366	0,0000000	0,0000086	0,0000084	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO <sub>2</sub>	0,2219004	0	0,2219004	0,0000000	0,0000060	0,0000076	0,0000074	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0	0,27160609	0,0000000	0,2716061	0,0000000	0,0000073	0,0000071	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0	0,254953042	0,0000000	0,2549530	0,0000000	0,0000069	0,0000067	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0	0,253217664	0,0000000	0,2532177	0,0000000	0,0000068	0,0000067	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,104293188	0,2419450	0,1042932	0,0000065	0,0000055	0,0000053	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF2CH2CF3	0	0,14718132	0,0000000	0,1471813	0,0000000	0,0000040	0,0000039	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0	0,129716829	0,0000000	0,1297168	0,0000000	0,0000035	0,0000034	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4	0	0,113713488	0,0000000	0,1137135	0,0000000	0,0000031	0,0000030	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO2	0,0000000	0,111991	0,0000000	0,1119910	0,0000000	0,0000030	0,0000029	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,28	0,2800000	0,2800000	0,0000076	0,0000020	0,0000020	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,688156516	0,6000989	0,6881565	0,0000162	0,0000020	0,0000020	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0	0,0545121	0,0000000	0,0000015	0,0000019	0,0000018	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,090267408	0,0280000	0,0902674	0,0000008	0,0000015	0,0000014	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	1,29094	1,0551800	1,2909400	0,0000285	0,0000013	0,0000013	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH4	0	0,036341424	0,0000000	0,0363414	0,0000000	0,0000010	0,0000010	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,028006343	0,000973012	0,0280063	0,0009730	0,0000008	0,0000009	0,0000009	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,0000000	0,02787961	0,0000000	0,0278796	0,0000000	0,0000008	0,0000007	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0	0,02562435	0,0000000	0,0256244	0,0000000	0,0000007	0,0000007	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,0000000	0,024735614	0,0000000	0,0247356	0,0000000	0,0000007	0,0000006	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,0000000	0,023410492	0,0000000	0,0234105	0,0000000	0,0000006	0,0000006	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N2O	0	0,020636737	0,0000000	0,0206367	0,0000000	0,0000006	0,0000005	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,069994128	0,0389254	0,0699941	0,0000011	0,0000006	0,0000005	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0	0,014888261	0,0000000	0,0148883	0,0000000	0,0000004	0,0000004	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0	0,014090675	0,0000000	0,0140907	0,0000000	0,0000004	0,0000004	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0	0,0103184	0,0000000	0,0000003	0,0000004	0,0000003	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	0,013012574	0,0022860	0,0130126	0,0000001	0,0000003	0,0000003	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	8,187243253	6,4383405	8,1872433	0,0001740	0,0000002	0,0000002	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252	0,0252000	0,0252000	0,0000007	0,0000002	0,0000002	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,002754914	0,0063840	0,0027549	0,0000002	0,0000001	0,0000001	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txt)	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	0,019971036	0,0122600	0,0199710	0,0000003	0,0000001	0,0000001	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH4	0,0000000	0,001767462	0,0000000	0,0017675	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,04389196	0,0358761	0,0438920	0,0000010	0,0000000	0,0000000	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CH4	0	0,001325275	0,0000000	0,0013253	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0	0,0008321	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0	0,000752567	0,0000000	0,0007526	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0	0,0000586	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>22390</b>	<b>28448</b>	<b>36996</b>	<b>64993</b>				<b>1</b>

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txt)	Contribución	Acumulativo
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	867,86798	3.412,7100000	867,8679800	0,1155109	0,1172933	0,3413570	0,34
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	4082,472899	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0462036	0,0795143	0,2314092	0,57
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	1357,893938	503,4296934	1.357,8939380	0,0170397	0,0243251	0,0707930	0,64
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	1113,481553	507,7617062	1.113,4815534	0,0171864	0,0158662	0,0461752	0,69
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	813,6493557	985,5513673	813,6493557	0,0333582	0,0148163	0,0431196	0,73
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	5930,727548	4.891,9535532	5.930,7275480	0,1655793	0,0095028	0,0276558	0,76
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1429,521642	1.331,3120759	1.429,5216416	0,0450613	0,0088305	0,0256992	0,79
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	415,6773118	189,0528500	415,6773118	0,0063989	0,0059446	0,0173005	0,80
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	886,9712731	560,5139585	886,9712731	0,0189719	0,0059323	0,0172648	0,82
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	935,5902372	610,3957634	935,5902372	0,0206602	0,0054342	0,0158150	0,84
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	0	128,0253598	0,0000000	128,0253598	0,0000000	0,0043333	0,0126112	0,85
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	867,86798	3.412,7100000	867,8679800	0,1155109	0,1172933	0,3413570	0,34
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	4082,472899	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0462036	0,0795143	0,2314092	0,57
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	1357,893938	503,4296934	1.357,8939380	0,0170397	0,0243251	0,0707930	0,64



## ANEXOS

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	1113,481553	507,7617062	1.113,4815534	0,0171864	0,0158662	0,0461752	0,69
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	813,6493557	985,5513673	813,6493557	0,0333582	0,0148163	0,0431196	0,73
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	5930,727548	4.891,9535532	5.930,7275480	0,1655793	0,0095028	0,0276558	0,76
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1429,521642	1.331,3120759	1.429,5216416	0,0450613	0,0088305	0,0256992	0,79
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	415,6773118	189,0528500	415,6773118	0,0063989	0,0059446	0,0173005	0,80
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	886,9712731	560,5139585	886,9712731	0,0189719	0,0059323	0,0172648	0,82
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	935,5902372	610,3957634	935,5902372	0,0206602	0,0054342	0,0158150	0,84
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	0	128,0253598	0,0000000	128,0253598	0,0000000	0,0043333	0,0126112	0,85
3.C.3 - Urea application	CO2	44	174,1932133	44,0000000	174,1932133	0,0014893	0,0040050	0,0116556	0,86
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CF3	0	116,0604515	0,0000000	116,0604515	0,0000000	0,0039283	0,0114326	0,87
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	414,125712	408,4080000	414,1257120	0,0138235	0,0035351	0,0102883	0,88
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	26,0360394	102,3813000	26,0360394	0,0034653	0,0035188	0,0102407	0,89
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	34,14042324	100,9700000	34,1404232	0,0034176	0,0031838	0,0092659	0,90
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	186,2240751	76,2923589	186,2240751	0,0025823	0,0030244	0,0088017	0,91
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	0	88,78444344	0,0000000	88,7844434	0,0000000	0,0030051	0,0087457	0,92
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	208,034568	222,2640000	208,0345680	0,0075230	0,0025108	0,0073073	0,93
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	72,89381229	114,8937270	72,8938123	0,0038888	0,0024705	0,0071900	0,93
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	0	59,0673296	0,0000000	59,0673296	0,0000000	0,0019993	0,0058184	0,94
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	0,0000000	49,55957028	0,0000000	49,5595703	0,0000000	0,0016775	0,0048819	0,94
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	69,231086	20,6711318	69,2310860	0,0006997	0,0014549	0,0042342	0,95
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH2FCF3	0,0000000	41,34034961	0,0000000	41,3403496	0,0000000	0,0013993	0,0040722	0,95
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	16944,37878	13.319,1275767	16.944,3787802	0,4508162	0,0011042	0,0032135	0,96
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	0	29,82969396	0,0000000	29,8296940	0,0000000	0,0010097	0,0029384	0,96
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	67,8735	30,5424000	67,8735000	0,0010338	0,0009847	0,0028658	0,96
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	13,95	32,4400000	13,9500000	0,0010980	0,0009220	0,0026833	0,96
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	0,0000000	24,466	0,0000000	24,4660000	0,0000000	0,0008281	0,0024100	0,97
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	0	24,34898854	0,0000000	24,3489885	0,0000000	0,0008241	0,0023985	0,97

## ANEXOS

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,250747452	24,57644396	0,2507475	24,5764440	0,0000085	0,0008211	0,0023895	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	17,28813456	0	17,2881346	0,0000000	0,0005852	0,0007430	0,0021623	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	107,5002768	116,2573877	107,5002768	116,2573877	0,0036386	0,0006850	0,0019937	0,98
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	15,54826795	0,62048376	15,5482680	0,6204838	0,0005263	0,0006472	0,0018836	0,98
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	17,52125558	40,35938383	17,5212556	40,3593838	0,0005930	0,0006130	0,0017841	0,98
3.A.2.h - Swine	N <sub>2</sub> O	24,25519344	13,06384669	24,2551934	13,0638467	0,0008210	0,0006002	0,0017469	0,98
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	0	16,68930998	0,0000000	16,6893100	0,0000000	0,0005649	0,0016440	0,98
2.F.3 - Fire Protection	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>	0	16,22027771	0,0000000	16,2202777	0,0000000	0,0005490	0,0015978	0,98
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	24,82245282	44,63480952	24,8224528	44,6348095	0,0008402	0,0004440	0,0012921	0,99
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0	11,80512512	0,0000000	11,8051251	0,0000000	0,0003996	0,0011629	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	34,52870079	34,11330976	34,5287008	34,1133098	0,0011687	0,0003293	0,0009584	0,99
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	0	9,477143883	0,0000000	9,4771439	0,0000000	0,0003208	0,0009335	0,99
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO <sub>2</sub>	14,50977408	9,33195852	14,5097741	9,3319585	0,0004911	0,0003077	0,0008956	0,99
3.A.2.f - Horses	CH <sub>4</sub>	20,25072	18,95426064	20,2507200	18,9542606	0,0006854	0,0002288	0,0006658	0,99
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N <sub>2</sub> O	53,96948966	62,7633392	53,9694897	62,7633392	0,0018267	0,0001951	0,0005677	0,99
3.A.1.h - Swine	CH <sub>4</sub>	7,532	4,508	7,5320000	4,5080000	0,0002549	0,0001711	0,0004980	0,99
3.A.2.h - Swine	CH <sub>4</sub>	7,532	4,508	7,5320000	4,5080000	0,0002549	0,0001711	0,0004980	0,99
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	20,98149025	21,68906322	20,9814903	21,6890632	0,0007102	0,0001676	0,0004878	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	0	4,652651527	0,0000000	4,6526515	0,0000000	0,0001575	0,0004583	0,99
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	4,113857392	0,0000000	4,1138574	0,0000000	0,0001392	0,0004052	0,99
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO <sub>2</sub>	0,0000000	3,98134	0,0000000	3,9813400	0,0000000	0,0001348	0,0003922	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	0,039741106	3,895626883	0,0397411	3,8956269	0,0000013	0,0001301	0,0003788	0,99
2.A.3 - Glass Production	CO <sub>2</sub>	2,8875	0	2,8875000	0,0000000	0,0000977	0,0001241	0,0003612	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,587030851	4,126830412	0,5870309	4,1268304	0,0000199	0,0001145	0,0003331	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH <sub>4</sub>	5,0397984	3,051594	5,0397984	3,0515940	0,0001706	0,0001133	0,0003298	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO <sub>2</sub>	10,99178667	10,63568	10,9917867	10,6356800	0,0003720	0,0001124	0,0003271	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO <sub>2</sub>	2,613	0,055	2,6130000	0,0550000	0,0000884	0,0001104	0,0003214	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	2,909189606	6,854082648	2,9091896	6,8540826	0,0000985	0,0001070	0,0003113	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	4,43022496	1,2158054	4,4302250	0,0000412	0,0000977	0,0002843	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	14,60770333	13,5414719	14,6077033	0,0004583	0,0000875	0,0002548	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	15,5897784	10,3135536	15,5897784	0,0003491	0,0000844	0,0002457	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF6	0,0000000	2,234066667	0,0000000	2,2340667	0,0000000	0,0000756	0,0002201	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N2O	0,0000000	1,953667848	0,0000000	1,9536678	0,0000000	0,0000661	0,0001924	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO2	0,0000000	1,735900238	0,0000000	1,7359002	0,0000000	0,0000588	0,0001710	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO2	0	1,608632288	0,0000000	1,6086323	0,0000000	0,0000544	0,0001585	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	1,23154722	0,063463514	1,2315472	0,0634635	0,0000417	0,0000508	0,0001478	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	5,0995224	5,1468332	5,0995224	0,0001742	0,0000486	0,0001414	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF3CHFCF3	0	1,412783775	0,0000000	1,4127838	0,0000000	0,0000478	0,0001392	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	4,56527964	2,5388579	4,5652796	0,0000859	0,0000454	0,0001322	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	0,24409044	1,2314550	0,2440904	0,0000417	0,0000447	0,0001300	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	1,995883148	0,5482049	1,9958831	0,0000186	0,0000440	0,0001280	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,164184453	1,9357377	1,1641845	0,0000655	0,0000438	0,0001274	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,978	1,31	1,9780000	1,3100000	0,0000669	0,0000407	0,0001184	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	0,609699027	1,2976262	0,6096990	0,0000439	0,0000351	0,0001022	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,102094233	3,1621536	3,1020942	0,0001070	0,0000309	0,0000899	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,049662	3,0496620	3,0496620	0,0001032	0,0000278	0,0000810	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	0,74877075	1,2366172	0,7487708	0,0000419	0,0000278	0,0000809	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH4	0,0000000	0,772515725	0,0000000	0,7725157	0,0000000	0,0000261	0,0000761	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	1,112164805	0,2936622	1,1121648	0,0000099	0,0000250	0,0000728	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	1,047151466	0,2435375	1,0471515	0,0000082	0,0000250	0,0000727	1,00
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	332,5820338	262,5035953	332,5820338	0,0088850	0,0000246	0,0000717	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,63530575	2,6353058	2,6353058	0,0000892	0,0000241	0,0000700	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N2O	0	0,319536576	0,0000000	0,3195366	0,0000000	0,0000108	0,0000315	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0	0,2219004	0,0000000	0,0000075	0,0000095	0,0000278	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O	0	0,27160609	0,0000000	0,2716061	0,0000000	0,0000092	0,0000268	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0	0,254953042	0,0000000	0,2549530	0,0000000	0,0000086	0,0000251	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0	0,253217664	0,0000000	0,2532177	0,0000000	0,0000086	0,0000249	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,241945	0,104293188	0,2419450	0,1042932	0,0000082	0,0000069	0,0000200	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	0,14718132	0,0000000	0,1471813	0,0000000	0,0000050	0,0000145	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	0	0,129716829	0,0000000	0,1297168	0,0000000	0,0000044	0,0000128	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0	0,113713488	0,0000000	0,1137135	0,0000000	0,0000038	0,0000112	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO <sub>2</sub>	0,0000000	0,111991	0,0000000	0,1119910	0,0000000	0,0000038	0,0000110	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,28	0,28	0,2800000	0,2800000	0,0000095	0,0000026	0,0000074	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,600098901	0,688156516	0,6000989	0,6881565	0,0000203	0,0000025	0,0000073	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,054512136	0	0,0545121	0,0000000	0,0000018	0,0000023	0,0000068	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,028	0,090267408	0,0280000	0,0902674	0,0000009	0,0000019	0,0000054	1,00
3.A.1.d - Goats	CH <sub>4</sub>	1,05518	1,29094	1,0551800	1,2909400	0,0000357	0,0000017	0,0000048	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0	0,036341424	0,0000000	0,0363414	0,0000000	0,0000012	0,0000036	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,028006343	0,000973012	0,0280063	0,0009730	0,0000009	0,0000012	0,0000034	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	N <sub>2</sub> O	0,0000000	0,02787961	0,0000000	0,0278796	0,0000000	0,0000009	0,0000027	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	0	0,02562435	0,0000000	0,0256244	0,0000000	0,0000009	0,0000025	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0,0000000	0,024735614	0,0000000	0,0247356	0,0000000	0,0000008	0,0000024	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0,0000000	0,023410492	0,0000000	0,0234105	0,0000000	0,0000008	0,0000023	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N <sub>2</sub> O	0	0,020636737	0,0000000	0,0206367	0,0000000	0,0000007	0,0000020	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,038925358	0,069994128	0,0389254	0,0699941	0,0000013	0,0000007	0,0000020	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH <sub>4</sub>	0	0,014888261	0,0000000	0,0148883	0,0000000	0,0000005	0,0000015	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N <sub>2</sub> O	0	0,014090675	0,0000000	0,0140907	0,0000000	0,0000005	0,0000014	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,010318369	0	0,0103184	0,0000000	0,0000003	0,0000004	0,0000013	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	6,43834046	8,187243253	6,4383405	8,1872433	0,0002179	0,0000004	0,0000012	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,002285993	0,013012574	0,0022860	0,0130126	0,0000001	0,0000003	0,0000010	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH <sub>4</sub>	0,0252	0,0252	0,0252000	0,0252000	0,0000009	0,0000002	0,0000007	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,006384	0,002754914	0,0063840	0,0027549	0,0000002	0,0000002	0,0000005	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,012259997	0,019971036	0,0122600	0,0199710	0,0000004	0,0000001	0,0000004	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH <sub>4</sub>	0,0000000	0,001767462	0,0000000	0,0017675	0,0000000	0,0000001	0,0000002	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 1 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year (1990) emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	Year 2022 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS2022 year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Tst)	Contribución	Acumulativo
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,04389196	0,0358761	0,0438920	0,0000012	0,0000001	0,0000002	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CH4	0	0,001325275	0,0000000	0,0013253	0,0000000	0,0000000	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0	0,0008321	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000001	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0	0,000752567	0,0000000	0,0007526	0,0000000	0,0000000	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0	0,0000586	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>29544</b>	<b>37514</b>	<b>29544</b>	<b>37514</b>				<b>1</b>

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txi)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO2	-2931,315093	-17891,65791	0,0000000	21,0000000	21,0000000	2.931,3150928	17.891,6579115	0,0792326	0,4258112	8,9420347	0,3159101	0,32
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO2	-3300,888932	3956,155091	0,0000000	29,0000000	29,0000000	3.300,8889323	3.956,1550907	0,0892221	0,1720158	4,9884575	0,1762355	0,49
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	867,86798	5,0000000	20,0000000	20,6155281	3.412,7100000	867,8679800	0,0922446	0,0937442	1,9325866	0,0682757	0,56
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1429,521642	0,0000000	244,0000000	244,0000000	1.331,3120759	1.429,5216416	0,0359850	0,0070816	1,7279064	0,0610446	0,62
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	1357,893938	51,9600000	49,5000000	71,7641387	503,4296934	1.357,8939380	0,0136076	0,0194142	1,3932464	0,0492215	0,67
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	5930,727548	0,0000000	158,0000000	158,0000000	4.891,9535532	5.930,7275480	0,1322281	0,0076981	1,2162996	0,0429702	0,71
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO2	148,7291025	2989,219773	0,0000000	11,0000000	11,0000000	148,7291025	2.989,2197734	0,0040201	0,0756900	0,8325898	0,0294143	0,74
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	4082,472899	10,0000000	7,2967578	12,3791225	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0368972	0,0634679	0,7856767	0,0277569	0,77
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	0,250747452	24,57644396	14,1421356	1.166,7261890	1.166,8118957	0,2507475	24,5764440	0,0000068	0,0006557	0,7650587	0,0270285	0,80
3.B.6.b - Land Converted to Other land	CO2	0,0000000	886,8936879	0,0000000	31,0000000	31,0000000	0,0000000	886,8936879	0,0000000	0,0239725	0,7431471	0,0262544	0,82
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	17,52125558	40,35938383	122,6784415	1.345,4545455	1.351,0358744	17,5212556	40,3593838	0,0004736	0,0004892	0,6608884	0,0233483	0,85
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	69,231086	10,0000000	363,6569372	363,7944034	20,6711318	69,2310860	0,0005587	0,0011614	0,4225071	0,0149266	0,86

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	0	128,0253598	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	128,0253598	0,0000000	0,0034605	0,3850760	0,0136042	0,88
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CF3	0	116,0604515	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	116,0604515	0,0000000	0,0031371	0,3490879	0,0123328	0,89
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	1113,481553	7,0710678	19,9410782	21,1576606	507,7617062	1.113,4815534	0,0137247	0,0126591	0,2678363	0,0094623	0,90
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	2,909189606	6,854082648	122,6784415	2.529,2136105	2.532,1870957	2,9091896	6,8540826	0,0000786	0,0000854	0,2161319	0,0076357	0,91
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	414,125712	0,0000000	76,0000000	76,0000000	408,4080000	414,1257120	0,0110392	0,0028322	0,2152490	0,0076045	0,91
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	116,2573877	86,6025404	346,4101615	357,0714214	107,5002768	116,2573877	0,0029057	0,0005495	0,1961999	0,0069315	0,92
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	0	59,0673296	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	59,0673296	0,0000000	0,0015966	0,1776633	0,0062766	0,93
3.C.3 - Urea application	CO2	44	174,1932133	10,0000000	50,0000000	50,9901951	44,0000000	174,1932133	0,0011893	0,0031973	0,1630312	0,0057597	0,93
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	186,2240751	51,3400000	42,4300000	66,6040577	76,2923589	186,2240751	0,0020622	0,0024135	0,1607477	0,0056790	0,94
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	813,6493557	11,1803399	7,4300471	13,4240679	985,5513673	813,6493557	0,0266392	0,0118540	0,1591290	0,0056218	0,94
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	72,89381229	52,6200000	42,4300000	67,5956308	114,8937270	72,8938123	0,0031055	0,0019755	0,1335343	0,0047176	0,95
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	886,9712731	15,0000000	20,8342180	25,6722543	560,5139585	886,9712731	0,0151505	0,0047249	0,1212987	0,0042853	0,95
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	34,11330976	11,1803399	440,5029953	440,6448558	34,5287008	34,1133098	0,0009333	0,0002637	0,1162172	0,0041058	0,96

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	26,0360394	20,0000000	30,0000000	36,0555128	102,3813000	26,0360394	0,0027673	0,0028123	0,1013999	0,0035823	0,96
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	935,5902372	5,0000000	20,0000000	20,6155281	610,3957634	935,5902372	0,0164988	0,0043260	0,0891820	0,0031507	0,96
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH4	0,039741106	3,895626883	14,1421356	848,5281374	848,6459804	0,0397411	3,8956269	0,0000011	0,0001039	0,0882022	0,0031161	0,97
3.B.5.b - Land Converted to Settlements	CO2	0,0000000	145,4106885	0,0000000	20,0000000	20,0000000	0,0000000	145,4106885	0,0000000	0,0039304	0,0786082	0,0027771	0,97
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	N2O	0,0000000	4,652651527	50,2493781	556,9990430	559,2610606	0,0000000	4,6526515	0,0000000	0,0001258	0,0703326	0,0024848	0,97
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH2FCF3	0,0000000	41,34034961	50,0000000	33,3000000	60,0740377	0,0000000	41,3403496	0,0000000	0,0011174	0,0671278	0,0023715	0,97
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	4,126830412	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,5870309	4,1268304	0,0000159	0,0000914	0,0638473	0,0022556	0,98
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH4	0	16,68930998	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	16,6893100	0,0000000	0,0004511	0,0470970	0,0016639	0,98
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N2O	0	9,477143883	30,0000000	166,7000000	169,3779502	0,0000000	9,4771439	0,0000000	0,0002562	0,0433886	0,0015329	0,98
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	208,034568	5,0000000	20,0000000	20,6155281	222,2640000	208,0345680	0,0060077	0,0020101	0,0414389	0,0014640	0,98
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO2	-289,34774	-380,6463375	0,0000000	8,0000000	8,0000000	289,3477400	380,6463375	0,0078210	0,0045838	0,0366707	0,0012955	0,98
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2F2	0	11,80512512	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	11,8051251	0,0000000	0,0003191	0,0355076	0,0012544	0,98
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	14,60770333	86,6025404	476,3139721	484,1229183	13,5414719	14,6077033	0,0003660	0,0000702	0,0339911	0,0012009	0,98
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	13,06384669	54,0000000	30,0000000	61,7737808	24,2551934	13,0638467	0,0006556	0,0004799	0,0296441	0,0010473	0,99



## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	0	24,34898854	10,0000000	40,9498184	42,1531449	0,0000000	24,3489885	0,0000000	0,0006581	0,0277429	0,0009801	0,99
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	4,508	200,0000000	30,0000000	202,2374842	7,5320000	4,5080000	0,0002036	0,0001368	0,0276703	0,0009776	0,99
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	20,98149025	21,68906322	0,0000000	165,0000000	165,0000000	20,9814903	21,6890632	0,0005671	0,0001343	0,0221622	0,0007830	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	0	88,78444344	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0000000	88,7844434	0,0000000	0,0023998	0,0215627	0,0007618	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH4	0	0,772515725	50,2493781	997,6211374	998,8858463	0,0000000	0,7725157	0,0000000	0,0000209	0,0208576	0,0007369	0,99
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	34,14042324	7,0710678	3,4648232	7,8743254	100,9700000	34,1404232	0,0027292	0,0025448	0,0200386	0,0007079	0,99
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	53,96948966	62,7633392	52,6200000	90,0000000	104,2538460	53,9694897	62,7633392	0,0014588	0,0001570	0,0163673	0,0005782	0,99
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	415,6773118	1,5000000	2,9000000	3,2649655	189,0528500	415,6773118	0,0051100	0,0047430	0,0154858	0,0005471	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	5,0995224	8,6602540	384,9001795	384,9975950	5,1468332	5,0995224	0,0001391	0,0000389	0,0149836	0,0005294	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	0	29,82969396	14,1421356	11,0918711	17,9730243	0,0000000	29,8296940	0,0000000	0,0008063	0,0144914	0,0005120	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,164184453	11,1803399	381,0254060	381,1894017	1,9357377	1,1641845	0,0000523	0,0000350	0,0133459	0,0004715	0,99
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	16944,37878	5,0000000	20,0000000	20,6155281	13.319,1275767	16.944,3787802	0,3600123	0,0005840	0,0120392	0,0004253	0,99

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	0,0000000	49,55957028	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0000000	49,5595703	0,0000000	0,0013396	0,0120363	0,0004252	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	1,995883148	7,0710678	329,9784505	330,0542043	0,5482049	1,9958831	0,0000148	0,0000351	0,0115919	0,0004095	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	0	7,0710678	17,6211784	18,9869937	17,2881346	0,0000000	0,0004673	0,0005937	0,0112731	0,0003983	0,99
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO2	-586,4175103	1115,845438	0,0000000	0,2600000	0,2600000	586,4175103	1.115,8454381	0,0158507	0,0417231	0,0108480	0,0003832	1,00
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	0,0000000	24,466	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	24,4660000	0,0000000	0,0006613	0,0093523	0,0003304	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	13,95	7,0710678	7,5519004	10,3455884	32,4400000	13,9500000	0,0008768	0,0007370	0,0076249	0,0002694	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	15,5897784	21,0000000	104,0000000	106,0990104	10,3135536	15,5897784	0,0002788	0,0000672	0,0071288	0,0002518	1,00
2.F.3 - Fire Protection	CF3CHF3	0	16,22027771	15,0000000	6,0000000	16,1554944	0,0000000	16,2202777	0,0000000	0,0004384	0,0070830	0,0002502	1,00
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	0,24409044	7,0710678	197,9898987	198,1161276	1,2314550	0,2440904	0,0000333	0,0000357	0,0070716	0,0002498	1,00
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	-195,1412648	113,1350715	0,0000000	1,0000000	1,0000000	195,1412648	113,1350715	0,0052746	0,0069055	0,0069055	0,0002440	1,00
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	18,95426064	20,0000000	30,0000000	36,0555128	20,2507200	18,9542606	0,0005474	0,0001831	0,0066032	0,0002333	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	1,112164805	7,0710678	329,7451878	329,8209952	0,2936622	1,1121648	0,0000079	0,0000200	0,0065886	0,0002328	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	1,23154722	0,063463514	5,0000000	150,6000000	150,6829785	1,2315472	0,0634635	0,0000333	0,0000406	0,0061146	0,0002160	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	4,56527964	5,0000000	140,0000000	140,0892573	2,5388579	4,5652796	0,0000686	0,0000362	0,0050721	0,0001792	1,00
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	67,8735	6,0000000	2,0000000	6,3245553	30,5424000	67,8735000	0,0008256	0,0007857	0,0049691	0,0001756	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,049662	200,0000000	85,0000000	217,3131381	3,0496620	3,0496620	0,0000824	0,0000223	0,0048467	0,0001712	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	10,63568	4,0000000	50,0000000	50,1597448	10,9917867	10,6356800	0,0002971	0,0000900	0,0045149	0,0001595	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,63530575	200,0000000	90,0000000	219,3171220	2,6353058	2,6353058	0,0000712	0,0000193	0,0042268	0,0001493	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0	0,253217664	10,0000000	466,6666667	466,7737972	0,0000000	0,2532177	0,0000000	0,0000068	0,0031948	0,0001129	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0	0,254953042	5,0000000	412,5000000	412,5303019	0,0000000	0,2549530	0,0000000	0,0000069	0,0028429	0,0001004	1,00
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	4,508	5,0000000	20,0000000	20,6155281	7,5320000	4,5080000	0,0002036	0,0001368	0,0028206	0,0000996	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	0,609699027	5,0000000	100,1200000	100,2447724	1,2976262	0,6096990	0,0000351	0,0000281	0,0028153	0,0000995	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	4,43022496	20,0000000	30,0000000	36,0555128	1,2158054	4,4302250	0,0000329	0,0000780	0,0028121	0,0000993	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	0,62048376	5,0000000	2,0200000	5,3926246	15,5482680	0,6204838	0,0004203	0,0005172	0,0027891	0,0000985	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	1,047151466	54,0000000	112,0000000	124,3382483	0,2435375	1,0471515	0,0000066	0,0000199	0,0024794	0,0000876	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4	0	0,113713488	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000000	0,1137135	0,0000000	0,0000031	0,0021735	0,0000768	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO2	0,0000000	1,735900238	30,0000000	30,0000000	42,4264069	0,0000000	1,7359002	0,0000000	0,0000469	0,0019907	0,0000703	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF6	0,0000000	2,234066667	10,0000000	30,0000000	31,6227766	0,0000000	2,2340667	0,0000000	0,0000604	0,0019096	0,0000675	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	44,63480952	5,0000000	2,0200000	5,3926246	24,8224528	44,6348095	0,0006709	0,0003540	0,0019089	0,0000674	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N2O	0	0,319536576	10,0000000	216,6666667	216,8973131	0,0000000	0,3195366	0,0000000	0,0000086	0,0018733	0,0000662	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	9,33195852	5,0000000	5,0000000	7,0710678	14,5097741	9,3319585	0,0003922	0,0002461	0,0017400	0,0000615	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH3CF2CH2CF3	0	4,113857392	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	4,1138574	0,0000000	0,0001112	0,0015726	0,0000556	1,00
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO2	0,0000000	3,98134	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	3,9813400	0,0000000	0,0001076	0,0015219	0,0000538	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,688156516	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,6000989	0,6881565	0,0000162	0,0000020	0,0014032	0,0000496	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,104293188	7,0710678	212,1320344	212,2498528	0,2419450	0,1042932	0,0000065	0,0000055	0,0011653	0,0000412	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O	0	0,27160609	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,2716061	0,0000000	0,0000073	0,0010395	0,0000367	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	3,051594	10,0000000	0,0000000	10,0000000	5,0397984	3,0515940	0,0001362	0,0000906	0,0009060	0,0000320	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO2	0	1,608632288	5,0000000	18,3210463	18,9910699	0,0000000	1,6086323	0,0000000	0,0000435	0,0008257	0,0000292	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N2O	0,0000000	1,953667848	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	1,9536678	0,0000000	0,0000528	0,0007468	0,0000264	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF3CHF2CF3	0	1,412783775	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	1,4127838	0,0000000	0,0000382	0,0005400	0,0000191	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0	7,0710678	282,8427125	282,9310870	0,0545121	0,0000000	0,0000015	0,0000019	0,0005297	0,0000187	1,00
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	332,5820338	5,0000000	20,0000000	20,6155281	262,5035953	332,5820338	0,0070954	0,0000255	0,0005266	0,0000186	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,102094233	5,0000000	20,0000000	20,6155281	3,1621536	3,1020942	0,0000855	0,0000247	0,0005102	0,0000180	1,00
2.A.3 - Glass Production	CO2	2,8875	0	5,0000000	0,0000000	5,0000000	2,8875000	0,0000000	0,0000780	0,0000992	0,0004958	0,0000175	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,613	0,055	4,2400000	3,0000000	5,1939965	2,6130000	0,0550000	0,0000706	0,0000883	0,0004584	0,0000162	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,0000000	0,023410492	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000000	0,0234105	0,0000000	0,0000006	0,0004475	0,0000158	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0	0,014090675	14,1421356	1.170,4699911	1.170,5554237	0,0000000	0,0140907	0,0000000	0,0000004	0,0004458	0,0000158	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,28	200,0000000	50,0000000	206,1552813	0,2800000	0,2800000	0,0000076	0,0000020	0,0004221	0,0000149	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0	0,129716829	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,1297168	0,0000000	0,0000035	0,0003902	0,0000138	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	0,74877075	10,0000000	0,0000000	10,0000000	1,2366172	0,7487708	0,0000334	0,0000222	0,0002223	0,0000079	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,028006343	0,000973012	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0280063	0,0009730	0,0000008	0,0000009	0,0001872	0,0000066	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0	0,014888261	14,1421356	412,3105626	412,5530269	0,0000000	0,0148883	0,0000000	0,0000004	0,0001660	0,0000059	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,978	1,31	4,2400000	2,5000000	4,9221540	1,9780000	1,3100000	0,0000535	0,0000325	0,0001601	0,0000057	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0	7,0710678	311,1428555	311,2231941	0,0103184	0,0000000	0,0000003	0,0000004	0,0001103	0,0000039	1,00
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,090267408	7,0710678	70,7106781	71,0633520	0,0280000	0,0902674	0,0000008	0,0000015	0,0001051	0,0000037	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	0,013012574	8,6602540	346,4101615	346,5183978	0,0022860	0,0130126	0,0000001	0,0000003	0,0000947	0,0000033	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,0000000	0,024735614	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,0247356	0,0000000	0,0000007	0,0000947	0,0000033	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	8,187243253	10,0000000	423,8497809	423,9677308	6,4383405	8,1872433	0,0001740	0,0000002	0,0000795	0,0000028	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,0000000	0,02787961	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0278796	0,0000000	0,0000008	0,0000787	0,0000028	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0	0,02562435	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,0256244	0,0000000	0,0000007	0,0000771	0,0000027	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0	5,0000000	5,6603774	7,5524746	0,2219004	0,0000000	0,0000060	0,0000076	0,0000576	0,0000020	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF2CH2CF3	0	0,14718132	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	0,1471813	0,0000000	0,0000040	0,0000563	0,0000020	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252	200,0000000	30,0000000	202,2374842	0,0252000	0,0252000	0,0000007	0,0000002	0,0000373	0,0000013	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO2	0,0000000	0,111991	5,0000000	10,0000000	11,1803399	0,0000000	0,1119910	0,0000000	0,0000030	0,0000338	0,0000012	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,069994128	5,0000000	50,0000000	50,2493781	0,0389254	0,0699941	0,0000011	0,0000006	0,0000279	0,0000010	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	1,29094	5,0000000	20,0000000	20,6155281	1,0551800	1,2909400	0,0000285	0,0000013	0,0000277	0,0000010	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,002754914	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0063840	0,0027549	0,0000002	0,0000001	0,0000205	0,0000007	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CH4	0	0,001325275	11,1803399	476,3664556	476,4976390	0,0000000	0,0013253	0,0000000	0,0000000	0,0000171	0,0000006	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0	0,000752567	11,1803399	714,5059482	714,5934159	0,0000000	0,0007526	0,0000000	0,0000000	0,0000145	0,0000005	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH4	0	0,036341424	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0363414	0,0000000	0,0000010	0,0000069	0,0000002	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0008321	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000057	0,0000002	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH4	0,0000000	0,001767462	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0017675	0,0000000	0,0000000	0,0000050	0,0000002	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N2O	0	0,020636737	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0206367	0,0000000	0,0000006	0,0000039	0,0000001	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	0,019971036	8,6602540	21,5814479	23,2542232	0,0122600	0,0199710	0,0000003	0,0000001	0,0000028	0,0000001	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,04389196	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0358761	0,0438920	0,0000010	0,0000000	0,0000016	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0	5,0000000	233,3333333	233,3868986	0,0000586	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000005	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>22.390</b>	<b>28.448</b>			<b>29.168</b>	<b>36.996</b>	<b>64.992</b>	<b>1</b>				<b>1</b>

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (T.xt)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	867,86798	5,0000000	20,0000000	20,6155281	3.412,7100000	867,8679800	0,1155109	0,1172933	2,4180624	0,1526938	0,15
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1429,521642	0,0000000	244,0000000	244,0000000	1.331,3120759	1.429,5216416	0,0450613	0,0088305	2,1546319	0,1360589	0,29
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	1357,893938	51,9600000	49,5000000	71,7641387	503,4296934	1.357,8939380	0,0170397	0,0243251	1,7456688	0,1102340	0,40
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	5930,727548	0,0000000	158,0000000	158,0000000	4.891,9535532	5.930,7275480	0,1655793	0,0095028	1,5014399	0,0948117	0,49
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	4082,472899	10,0000000	7,2967578	12,3791225	1.365,0617599	4.082,4728989	0,0462036	0,0795143	0,9843167	0,0621568	0,56
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	0,250747452	24,57644396	14,1421356	1.166,7261890	1.166,8118957	0,2507475	24,5764440	0,0000085	0,0008211	0,9580334	0,0604971	0,62
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	17,52125558	40,35938383	122,6784415	1.345,4545455	1.351,0358744	17,5212556	40,3593838	0,0005930	0,0006130	0,8282434	0,0523012	0,67
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	69,231086	10,0000000	363,6569372	363,7944034	20,6711318	69,2310860	0,0006997	0,0014549	0,5292842	0,0334228	0,70
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	0	128,0253598	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	128,0253598	0,0000000	0,0043333	0,4822016	0,0304497	0,73
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CF3	0	116,0604515	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	116,0604515	0,0000000	0,0039283	0,4371364	0,0276039	0,76
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	1113,481553	7,0710678	19,9410782	21,1576606	507,7617062	1.113,4815534	0,0171864	0,0158662	0,3356920	0,0211980	0,78



## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	2,909189606	6,854082648	122,6784415	2.529,2136105	2.532,1870957	2,9091896	6,8540826	0,0000985	0,0001070	0,2708519	0,0171035	0,80
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	414,125712	0,0000000	76,0000000	76,0000000	408,4080000	414,1257120	0,0138235	0,0035351	0,2686711	0,0169658	0,82
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	116,2573877	86,6025404	346,4101615	357,0714214	107,5002768	116,2573877	0,0036386	0,0006850	0,2446116	0,0154465	0,83
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	0	59,0673296	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	59,0673296	0,0000000	0,0019993	0,2224744	0,0140486	0,84
3.C.3 - Urea application	CO2	44	174,1932133	10,0000000	50,0000000	50,9901951	44,0000000	174,1932133	0,0014893	0,0040050	0,2042145	0,0128956	0,86
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	186,2240751	51,3400000	42,4300000	66,6040577	76,2923589	186,2240751	0,0025823	0,0030244	0,2014344	0,0127200	0,87
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	813,6493557	11,1803399	7,4300471	13,4240679	985,5513673	813,6493557	0,0333582	0,0148163	0,1988948	0,0125596	0,88
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	72,89381229	52,6200000	42,4300000	67,5956308	114,8937270	72,8938123	0,0038888	0,0024705	0,1669975	0,0105454	0,89
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	886,9712731	15,0000000	20,8342180	25,6722543	560,5139585	886,9712731	0,0189719	0,0059323	0,1522961	0,0096171	0,90
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	34,11330976	11,1803399	440,5029953	440,6448558	34,5287008	34,1133098	0,0011687	0,0003293	0,1451040	0,0091629	0,91
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	26,0360394	20,0000000	30,0000000	36,0555128	102,3813000	26,0360394	0,0034653	0,0035188	0,1268721	0,0080116	0,92

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Est (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	935,5902372	5,0000000	20,0000000	20,6155281	610,3957634	935,5902372	0,0206602	0,0054342	0,1120283	0,0070743	0,93
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH4	0,039741106	3,895626883	14,1421356	848,5281374	848,6459804	0,0397411	3,8956269	0,0000013	0,0001301	0,1104499	0,0069746	0,93
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	N2O	0,0000000	4,652651527	50,2493781	556,9990430	559,2610606	0,0000000	4,6526515	0,0000000	0,0001575	0,0880722	0,0055615	0,94
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH2FCF3	0,0000000	41,34034961	50,0000000	33,3000000	60,0740377	0,0000000	41,3403496	0,0000000	0,0013993	0,0840591	0,0053081	0,95
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	4,126830412	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,5870309	4,1268304	0,0000199	0,0001145	0,0799627	0,0050494	0,95
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH4	0	16,68930998	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	16,6893100	0,0000000	0,0005649	0,0589760	0,0037242	0,95
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N2O	0	9,477143883	30,0000000	166,7000000	169,3779502	0,0000000	9,4771439	0,0000000	0,0003208	0,0543323	0,0034309	0,96
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	208,034568	5,0000000	20,0000000	20,6155281	222,2640000	208,0345680	0,0075230	0,0025108	0,0517625	0,0032687	0,96
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2F2	0	11,80512512	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	11,8051251	0,0000000	0,0003996	0,0444635	0,0028077	0,96
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	14,60770333	86,6025404	476,3139721	484,1229183	13,5414719	14,6077033	0,0004583	0,0000875	0,0423809	0,0026762	0,97
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	13,06384669	54,0000000	30,0000000	61,7737808	24,2551934	13,0638467	0,0008210	0,0006002	0,0370792	0,0023414	0,97

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	0	24,34898854	10,0000000	40,9498184	42,1531449	0,0000000	24,3489885	0,0000000	0,0008241	0,0347404	0,0021938	0,97
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	4,508	200,0000000	30,0000000	202,2374842	7,5320000	4,5080000	0,0002549	0,0001711	0,0346068	0,0021853	0,97
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	20,98149025	21,68906322	0,0000000	165,0000000	165,0000000	20,9814903	21,6890632	0,0007102	0,0001676	0,0276551	0,0017463	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	0	88,78444344	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0000000	88,7844434	0,0000000	0,0030051	0,0270014	0,0017051	0,98
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH4	0	0,772515725	50,2493781	997,6211374	998,8858463	0,0000000	0,7725157	0,0000000	0,0000261	0,0261184	0,0016493	0,98
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	34,14042324	7,0710678	3,4648232	7,8743254	100,9700000	34,1404232	0,0034176	0,0031838	0,0250705	0,0015831	0,98
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	16944,37878	5,0000000	20,0000000	20,6155281	13.319,1275767	16.944,3787802	0,4508162	0,0011042	0,0227634	0,0014374	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	53,96948966	62,7633392	52,6200000	90,0000000	104,2538460	53,9694897	62,7633392	0,0018267	0,0001951	0,0203380	0,0012843	0,98
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	415,6773118	1,5000000	2,9000000	3,2649655	189,0528500	415,6773118	0,0063989	0,0059446	0,0194089	0,0012256	0,98
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	5,0995224	8,6602540	384,9001795	384,9975950	5,1468332	5,0995224	0,0001742	0,0000486	0,0187073	0,0011813	0,98
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	0	29,82969396	14,1421356	11,0918711	17,9730243	0,0000000	29,8296940	0,0000000	0,0010097	0,0181465	0,0011459	0,99

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,164184453	11,1803399	381,0254060	381,1894017	1,9357377	1,1641845	0,0000655	0,0000438	0,0166915	0,0010540	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	0,0000000	49,55957028	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0000000	49,5595703	0,0000000	0,0016775	0,0150722	0,0009518	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	1,995883148	7,0710678	329,9784505	330,0542043	0,5482049	1,9958831	0,0000186	0,0000440	0,0145207	0,0009169	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	0	7,0710678	17,6211784	18,9869937	17,2881346	0,0000000	0,0005852	0,0007430	0,0141072	0,0008908	0,99
2.F.4 - Aerosols	CH2FCF3	0,0000000	24,466	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	24,4660000	0,0000000	0,0008281	0,0117112	0,0007395	0,99
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	13,95	7,0710678	7,5519004	10,3455884	32,4400000	13,9500000	0,0010980	0,0009220	0,0095387	0,0006023	0,99
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	15,5897784	21,0000000	104,0000000	106,0990104	10,3135536	15,5897784	0,0003491	0,0000844	0,0089574	0,0005656	0,99
2.F.3 - Fire Protection	CF3CHF3	0	16,22027771	15,0000000	6,0000000	16,1554944	0,0000000	16,2202777	0,0000000	0,0005490	0,0088696	0,0005601	0,99
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	0,24409044	7,0710678	197,9898987	198,1161276	1,2314550	0,2440904	0,0000417	0,0000447	0,0088484	0,0005587	0,99
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	1,112164805	7,0710678	329,7451878	329,8209952	0,2936622	1,1121648	0,0000099	0,0000250	0,0082531	0,0005212	0,99
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	18,95426064	20,0000000	30,0000000	36,0555128	20,2507200	18,9542606	0,0006854	0,0002288	0,0082483	0,0005209	0,99
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	1,23154722	0,063463514	5,0000000	150,6000000	150,6829785	1,2315472	0,0634635	0,0000417	0,0000508	0,0076517	0,0004832	0,99
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	4,56527964	5,0000000	140,0000000	140,0892573	2,5388579	4,5652796	0,0000859	0,0000454	0,0063614	0,0004017	0,99
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	67,8735	6,0000000	2,0000000	6,3245553	30,5424000	67,8735000	0,0010338	0,0009847	0,0062279	0,0003933	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate ExT (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (TxF)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,049662	200,0000000	85,0000000	217,3131381	3,0496620	3,0496620	0,0001032	0,0000278	0,0060506	0,0003821	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	10,63568	4,0000000	50,0000000	50,1597448	10,9917867	10,6356800	0,0003720	0,0001124	0,0056382	0,0003560	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,63530575	200,0000000	90,0000000	219,3171220	2,6353058	2,6353058	0,0000892	0,0000241	0,0052767	0,0003332	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0	0,253217664	10,0000000	466,6666667	466,7737972	0,0000000	0,2532177	0,0000000	0,0000086	0,0040006	0,0002526	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0	0,254953042	5,0000000	412,5000000	412,5303019	0,0000000	0,2549530	0,0000000	0,0000086	0,0035599	0,0002248	1,00
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	4,508	5,0000000	20,0000000	20,6155281	7,5320000	4,5080000	0,0002549	0,0001711	0,0035277	0,0002228	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	4,43022496	20,0000000	30,0000000	36,0555128	1,2158054	4,4302250	0,0000412	0,0000977	0,0035226	0,0002224	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	0,609699027	5,0000000	100,1200000	100,2447724	1,2976262	0,6096990	0,0000439	0,0000351	0,0035217	0,0002224	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	0,62048376	5,0000000	2,0200000	5,3926246	15,5482680	0,6204838	0,0005263	0,0006472	0,0034902	0,0002204	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	1,047151466	54,0000000	112,0000000	124,3382483	0,2435375	1,0471515	0,0000082	0,0000250	0,0031056	0,0001961	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4	0	0,113713488	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000000	0,1137135	0,0000000	0,0000038	0,0027217	0,0001719	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CO2	0,0000000	1,735900238	30,0000000	30,0000000	42,4264069	0,0000000	1,7359002	0,0000000	0,0000588	0,0024928	0,0001574	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	44,63480952	5,0000000	2,0200000	5,3926246	24,8224528	44,6348095	0,0008402	0,0004440	0,0023942	0,0001512	1,00
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF6	0,0000000	2,234066667	10,0000000	30,0000000	31,6227766	0,0000000	2,2340667	0,0000000	0,0000756	0,0023912	0,0001510	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Est (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N2O	0	0,319536576	10,0000000	216,6666667	216,8973131	0,0000000	0,3195366	0,0000000	0,0000108	0,0023458	0,0001481	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	9,33195852	5,0000000	5,0000000	7,0710678	14,5097741	9,3319585	0,0004911	0,0003077	0,0021760	0,0001374	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH3CF2CH2CF3	0	4,113857392	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	4,1138574	0,0000000	0,0001392	0,0019692	0,0001243	1,00
2.C.1 - Iron and Steel Production	CO2	0,0000000	3,98134	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	3,9813400	0,0000000	0,0001348	0,0019058	0,0001203	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,688156516	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,6000989	0,6881565	0,0000203	0,0000025	0,0017454	0,0001102	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,104293188	7,0710678	212,1320344	212,2498528	0,2419450	0,1042932	0,0000082	0,0000069	0,0014577	0,0000921	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O	0	0,27160609	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,2716061	0,0000000	0,0000092	0,0013017	0,0000822	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	3,051594	10,0000000	0,0000000	10,0000000	5,0397984	3,0515940	0,0001706	0,0001133	0,0011331	0,0000716	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CO2	0	1,608632288	5,0000000	18,3210463	18,9910699	0,0000000	1,6086323	0,0000000	0,0000544	0,0010340	0,0000653	1,00
2.G.3.a - Medical Applications	N2O	0,0000000	1,953667848	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	1,9536678	0,0000000	0,0000661	0,0009352	0,0000591	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF3CHF3	0	1,412783775	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	1,4127838	0,0000000	0,0000478	0,0006763	0,0000427	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0	7,0710678	282,8427125	282,9310870	0,0545121	0,0000000	0,0000018	0,0000023	0,0006628	0,0000419	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,102094233	5,0000000	20,0000000	20,6155281	3,1621536	3,1020942	0,0001070	0,0000309	0,0006371	0,0000402	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
2.A.3 - Glass Production	CO2	2,8875	0	5,0000000	0,0000000	5,0000000	2,8875000	0,0000000	0,0000977	0,0001241	0,0006205	0,0000392	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,613	0,055	4,2400000	3,0000000	5,1939965	2,6130000	0,0550000	0,0000884	0,0001104	0,0005736	0,0000362	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0,0000000	0,023410492	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000000	0,0234105	0,0000000	0,0000008	0,0005603	0,0000354	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0	0,014090675	14,1421356	1,170,4699911	1,170,5554237	0,0000000	0,0140907	0,0000000	0,0000005	0,0005583	0,0000353	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,28	200,0000000	50,0000000	206,1552813	0,2800000	0,2800000	0,0000095	0,0000026	0,0005270	0,0000333	1,00
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	332,5820338	5,0000000	20,0000000	20,6155281	262,5035953	332,5820338	0,0088850	0,0000246	0,0005079	0,0000321	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0	0,129716829	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,1297168	0,0000000	0,0000044	0,0004886	0,0000309	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	0,74877075	10,0000000	0,0000000	10,0000000	1,2366172	0,7487708	0,0000419	0,0000278	0,0002780	0,0000176	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,028006343	0,000973012	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0280063	0,0009730	0,0000009	0,0000012	0,0002342	0,0000148	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0	0,014888261	14,1421356	412,3105626	412,5530269	0,0000000	0,0148883	0,0000000	0,0000005	0,0002079	0,0000131	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,978	1,31	4,2400000	2,5000000	4,9221540	1,9780000	1,3100000	0,0000669	0,0000407	0,0002002	0,0000126	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	8,187243253	10,0000000	423,8497809	423,9677308	6,4383405	8,1872433	0,0002179	0,0000004	0,0001759	0,0000111	1,00

## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ex1 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0	7,0710678	311,1428555	311,2231941	0,0103184	0,0000000	0,0000003	0,0000004	0,0001380	0,0000087	1,00
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,090267408	7,0710678	70,7106781	71,0633520	0,0280000	0,0902674	0,0000009	0,0000019	0,0001316	0,0000083	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	0,013012574	8,6602540	346,4101615	346,5183978	0,0022860	0,0130126	0,0000001	0,0000003	0,0001186	0,0000075	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0,0000000	0,024735614	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,0247356	0,0000000	0,0000008	0,0001186	0,0000075	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	N2O	0,0000000	0,02787961	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0278796	0,0000000	0,0000009	0,0000985	0,0000062	1,00
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C2F6	0	0,02562435	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,0256244	0,0000000	0,0000009	0,0000965	0,0000061	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0	5,0000000	5,6603774	7,5524746	0,2219004	0,0000000	0,0000075	0,0000095	0,0000720	0,0000045	1,00
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF2CH2CF3	0	0,14718132	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	0,1471813	0,0000000	0,0000050	0,0000705	0,0000044	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252	200,0000000	30,0000000	202,2374842	0,0252000	0,0252000	0,0000009	0,0000002	0,0000465	0,0000029	1,00
2.B.5 - Carbide Production	CO2	0,0000000	0,111991	5,0000000	10,0000000	11,1803399	0,0000000	0,1119910	0,0000000	0,0000038	0,0000424	0,0000027	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,069994128	5,0000000	50,0000000	50,2493781	0,0389254	0,0699941	0,0000013	0,0000007	0,0000350	0,0000022	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	1,29094	5,0000000	20,0000000	20,6155281	1,0551800	1,2909400	0,0000357	0,0000017	0,0000341	0,0000022	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,002754914	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0063840	0,0027549	0,0000002	0,0000002	0,0000256	0,0000016	1,00



## ANEXOS

### Tendencia 2 sin UTCUTS, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	ABS 2020 Year Estimate Ext (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Level 1990	Trend Assessment (Txf)	Trend*U	Contribución	Acumulativo
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CH4	0	0,001325275	11,1803399	476,3664556	476,4976390	0,0000000	0,0013253	0,0000000	0,0000000	0,0000214	0,0000013	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0	0,000752567	11,1803399	714,5059482	714,5934159	0,0000000	0,0007526	0,0000000	0,0000000	0,0000182	0,0000011	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH4	0	0,036341424	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0363414	0,0000000	0,0000012	0,0000087	0,0000005	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0008321	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000072	0,0000005	1,00
4.C.1 - Waste Incineration	CH4	0,0000000	0,001767462	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0017675	0,0000000	0,0000001	0,0000062	0,0000004	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N2O	0	0,020636737	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0206367	0,0000000	0,0000007	0,0000049	0,0000003	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	0,019971036	8,6602540	21,5814479	23,2542232	0,0122600	0,0199710	0,0000004	0,0000001	0,0000035	0,0000002	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,04389196	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0358761	0,0438920	0,0000012	0,0000001	0,0000020	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0	5,0000000	233,3333333	233,3868986	0,0000586	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000006	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>29.544</b>	<b>37.514</b>										<b>1</b>

## ANEXOS

### Nivel 1, 1990

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	13.319,1275767	0,3600123	0,36
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	4.891,9535532	0,1322281	0,49
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	3.412,7100000	0,0922446	0,58
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO2	-3300,888932	3.300,8889323	0,0892221	0,67
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO2	-2931,315093	2.931,3150928	0,0792326	0,75
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	1.365,0617599	0,0368972	0,79
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1.331,3120759	0,0359850	0,83
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	985,5513673	0,0266392	0,85
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	610,3957634	0,0164988	0,87
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO2	-586,4175103	586,4175103	0,0158507	0,88
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	560,5139585	0,0151505	0,90
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	507,7617062	0,0137247	0,91
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	503,4296934	0,0136076	0,93
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	408,4080000	0,0110392	0,94
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO2	-289,34774	289,3477400	0,0078210	0,95
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	262,5035953	0,0070954	0,95
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	222,2640000	0,0060077	0,96
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	-195,1412648	195,1412648	0,0052746	0,96
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	189,0528500	0,0051100	0,97
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO2	148,7291025	148,7291025	0,0040201	0,97
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	114,8937270	0,0031055	0,98
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	107,5002768	0,0029057	0,98
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	102,3813000	0,0027673	0,98
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	100,9700000	0,0027292	0,99
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	76,2923589	0,0020622	0,99
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	53,96948966	53,9694897	0,0014588	0,99
3.C.3 - Urea application	CO2	44	44,0000000	0,0011893	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	34,5287008	0,0009333	0,99
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	32,4400000	0,0008768	0,99
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	30,5424000	0,0008256	0,99
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	24,8224528	0,0006709	0,99
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	24,2551934	0,0006556	0,99
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	20,98149025	20,9814903	0,0005671	0,99
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	20,6711318	0,0005587	0,99
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	20,2507200	0,0005474	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	17,52125558	17,5212556	0,0004736	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	17,2881346	0,0004673	1,00

## ANEXOS

### Nivel 1, 1990, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	15,5482680	0,0004203	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	14,5097741	0,0003922	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	13,5414719	0,0003660	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	10,9917867	0,0002971	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	10,3135536	0,0002788	1,00
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	7,5320000	0,0002036	1,00
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	7,5320000	0,0002036	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	6,4383405	0,0001740	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	5,1468332	0,0001391	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	5,0397984	0,0001362	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,1621536	0,0000855	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,0496620	0,0000824	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	2,909189606	2,9091896	0,0000786	1,00
2.A.3 - Glass Production	CO2	2,8875	2,8875000	0,0000780	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,6353058	0,0000712	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,613	2,6130000	0,0000706	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	2,5388579	0,0000686	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,978	1,9780000	0,0000535	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,9357377	0,0000523	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	1,2976262	0,0000351	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	1,2366172	0,0000334	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	1,23154722	1,2315472	0,0000333	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	1,2314550	0,0000333	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	1,2158054	0,0000329	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	1,0551800	0,0000285	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,6000989	0,0000162	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	0,5870309	0,0000159	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	0,5482049	0,0000148	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	0,2936622	0,0000079	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,2800000	0,0000076	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	0,250747452	0,2507475	0,0000068	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	0,2435375	0,0000066	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,2419450	0,0000065	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0,2219004	0,0000060	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0,0545121	0,0000015	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH4	0,039741106	0,0397411	0,0000011	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,0389254	0,0000011	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,0358761	0,0000010	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,028006343	0,0280063	0,0000008	1,00

## ANEXOS

### Nivel 1, 1990, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,0280000	0,0000008	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252000	0,0000007	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	0,0122600	0,0000003	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0,0103184	0,0000003	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,0063840	0,0000002	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	0,0022860	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0,0008321	0,0000000	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0,0000586	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>22390</b>	<b>36996</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 1990

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	13.319,1275767	0,4508162	0,45
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	4.891,9535532	0,1655793	0,62
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	3.412,7100000	0,1155109	0,73
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	1.365,0617599	0,0462036	0,78
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1.331,3120759	0,0450613	0,82
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	985,5513673	0,0333582	0,86
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	610,3957634	0,0206602	0,88
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	560,5139585	0,0189719	0,90
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	507,7617062	0,0171864	0,91
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	503,4296934	0,0170397	0,93
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	408,4080000	0,0138235	0,94
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	262,5035953	0,0088850	0,95
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	222,2640000	0,0075230	0,96
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	189,0528500	0,0063989	0,97
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	114,8937270	0,0038888	0,97
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	107,5002768	0,0036386	0,97
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	102,3813000	0,0034653	0,98
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	100,9700000	0,0034176	0,98
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	76,2923589	0,0025823	0,98
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	53,96948966	53,9694897	0,0018267	0,99
3.C.3 - Urea application	CO2	44	44,0000000	0,0014893	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	34,5287008	0,0011687	0,99
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	32,4400000	0,0010980	0,99
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	30,5424000	0,0010338	0,99
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	24,8224528	0,0008402	0,99
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	24,2551934	0,0008210	0,99
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	20,98149025	20,9814903	0,0007102	0,99
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	20,6711318	0,0006997	0,99
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	20,2507200	0,0006854	0,99
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	17,52125558	17,5212556	0,0005930	0,99
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	17,2881346	0,0005852	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	15,5482680	0,0005263	1,00
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	14,5097741	0,0004911	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	13,5414719	0,0004583	1,00
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	10,9917867	0,0003720	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	10,3135536	0,0003491	1,00
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	7,5320000	0,0002549	1,00

## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 1990, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate ExO (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	7,5320000	0,0002549	1,00
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	6,4383405	0,0002179	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	5,1468332	0,0001742	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	5,0397984	0,0001706	1,00
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,1621536	0,0001070	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,0496620	0,0001032	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	2,909189606	2,9091896	0,0000985	1,00
2.A.3 - Glass Production	CO2	2,8875	2,8875000	0,0000977	1,00
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,6353058	0,0000892	1,00
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,613	2,6130000	0,0000884	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	2,5388579	0,0000859	1,00
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	1,978	1,9780000	0,0000669	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,9357377	0,0000655	1,00
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	1,2976262	0,0000439	1,00
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	1,2366172	0,0000419	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	1,23154722	1,2315472	0,0000417	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	1,2314550	0,0000417	1,00
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	1,2158054	0,0000412	1,00
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	1,0551800	0,0000357	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,6000989	0,0000203	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	0,5870309	0,0000199	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	0,5482049	0,0000186	1,00
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	0,2936622	0,0000099	1,00
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,2800000	0,0000095	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	0,250747452	0,2507475	0,0000085	1,00
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	0,2435375	0,0000082	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,2419450	0,0000082	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0,2219004	0,0000075	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0,0545121	0,0000018	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH4	0,039741106	0,0397411	0,0000013	1,00
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,0389254	0,0000013	1,00
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,0358761	0,0000012	1,00
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	0,028006343	0,0280063	0,0000009	1,00
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,0280000	0,0000009	1,00
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252000	0,0000009	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	0,0122600	0,0000004	1,00
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0,0103184	0,0000003	1,00
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,0063840	0,0000002	1,00

## ANEXOS

### Nivel 1 sin UTCUTS, 1990, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year 1990 emissions or removals (kt CO <sub>2</sub> equivalent)	ABS 1990 Year Estimate Ex0 (kt CO <sub>2</sub> Eq)	Contribución	Acumulativo
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	0,0022860	0,0000001	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	0,000832127	0,0008321	0,0000000	1,00
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	5,86152E-05	0,0000586	0,0000000	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>29544</b>	<b>29544</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

### 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 análisis incluye dos componentes:

- Análisis cualitativo: explica las causas de las incertidumbres y las clasifica en bajas, medias y altas
- Análisis cuantitativo: se basa en el conocimiento de especialistas que han emitido su juicio al respecto y tiene por objeto identificar los sectores donde mayores esfuerzos deberán ser destinados en futuros inventarios para mejorar su exactitud y orientar las decisiones sobre la elección de las metodologías de cálculos.

#### *Análisis Cualitativo*

En la siguiente tabla se presentan las calificaciones cualitativas: Baja (B), Media (M) y Alta (A) asignadas a las incertidumbres en las emisiones de los gases de efecto invernadero, desagregadas por sector.



## ANEXOS

**TABLA A.1** Calificación cualitativa de las incertidumbres en las emisiones de GEI, por sector, 2022.

Fuentes	Gases de Efecto Invernadero								
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	HFCs	SF <sub>6</sub>
Energía	B	M	M	M/A	M/A	M/A	M/A		
IPPU	M			M	M	M/A	M	M/A	M/A
Agricultura									
UTCUTS									
Desechos	M	M/A	M	M	M	M			

Fuente: elaboración propia

### Análisis Cuantitativo

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 1990 es de +/- 40,0 % y para el INGEI 2022 es de +/- 40,1 %.

Las categorías con mayor contribución a la varianza en el INGEI 2022 son las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes de los suelos gestionados.

Con respecto a la tendencia contra el año base (INGEI 1990) se estima una incertidumbre de +/-19,6%.

## ANEXOS

### Análisis Cuantitativo

A continuación, se presenta la tabla de incertidumbres para el INGEI 1990:

Categoría	Gas	Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	7,0710678	19,9410782	21,1576606	0,2302202
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	7,0710678	329,7451878	329,8209952	0,0000187
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	7,0710678	329,9784505	330,0542043	0,0000653
1.A.1 - Energy Industries	N2O	0,0000000	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	15,0000000	20,8342180	25,6722543	0,4130371
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,0003506
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,0003355
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH4	2,909189606	122,6784415	1.345,4545455	1.351,0358744	0,0000058
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N2O	17,52125558	122,6784415	2.529,2136105	2.532,1870957	0,0008042
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH4	0,039741106	14,1421356	848,5281374	848,6459804	0,0000023
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N2O	0,250747452	14,1421356	1.166,7261890	1.166,8118957	0,0001708
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO2	5,14683324	8,6602540	21,5814479	23,2542232	0,0000286
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH4	0,002285993	8,6602540	346,4101615	346,5183978	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N2O	0,012259997	8,6602540	384,9001795	384,9975950	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	5,0000000	5,6603774	7,5524746	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	5,86152E-05	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	0,000832127	5,0000000	233,3333333	233,3868986	0,0000000
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	7,0710678	7,5519004	10,3455884	0,0002247
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	7,0710678	212,1320344	212,2498528	0,0000053
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	10,0000000	7,2967578	12,3791225	0,5696033
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	10,0000000	423,8497809	423,9677308	0,0148628
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	10,0000000	363,6569372	363,7944034	0,1128051
1.A.3.b - Road Transportation - Biomass - liquid	CO2	0,0000000	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000
1.A.3.b - Road Transportation - Biomass - liquid	CH4	0,0000000	10,0000000	605,1282051	605,2108266	0,0000000
1.A.3.b - Road Transportation - Biomass - liquid	N2O	0,0000000	10,0000000	400,0000000	400,1249805	0,0000000
1.A.3.b - Road Transportation	CO2	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	5,0000000	2,0200000	5,3926246	0,0000140

## ANEXOS

### Incertidumbres, 1990, Cont.

Categoría	Gas	Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	0,028006343	5,0000000	150,6000000	150,6829785	0,0000000
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	1,23154722	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0001211
1.A.3.c - Railways - Biomass - liquid	CO2	0,0000000	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000
1.A.3.c - Railways - Biomass - liquid	CH4	0,0000000	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000
1.A.3.c - Railways - Biomass - liquid	N2O	0,0000000	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	7,0710678	3,4648232	7,8743254	0,0012610
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	7,0710678	70,7106781	71,0633520	0,0000000
1.A.3.d - Water-borne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	7,0710678	197,9898987	198,1161276	0,0001187
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	5,0000000	2,0200000	5,3926246	0,0000357
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	5,0000000	50,0000000	50,2493781	0,0000000
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	5,0000000	140,0000000	140,0892573	0,0002523
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	11,1803399	7,4300471	13,4240679	0,3491523
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	11,1803399	381,0254060	381,1894017	0,0010861
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	11,1803399	440,5029953	440,6448558	0,4617703
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	7,0710678	17,6211784	18,9869937	0,0002149
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	7,0710678	282,8427125	282,9310870	0,0000005
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	7,0710678	311,1428555	311,2231941	0,0000000
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	86,6025404	346,4101615	357,0714214	2,9391213
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	86,6025404	476,3139721	484,1229183	0,0857297
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000210
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	35,0000000	0,0000000	35,0000000	0,0873355
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	6,0000000	2,0000000	6,3245553	0,0000744
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,8875	4,2400000	3,0000000	5,1939965	0,0000004
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	4,591230098	4,2400000	2,5000000	4,9221540	0,0000010
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	4,0000000	50,0000000	50,1597448	0,0006064
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	5,0000000	100,1200000	100,2447724	0,0000338
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH4	610,3957634	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,3158640
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH4	13319,12758	5,0000000	20,0000000	20,6155281	150,3933529
3.A.1.c - Sheep	CH4	3412,71	5,0000000	20,0000000	20,6155281	9,8736074
3.A.1.d - Goats	CH4	1,05518	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0000009
3.A.1.f - Horses	CH4	222,264	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0418808
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	200,0000000	50,0000000	206,1552813	0,0000066
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0000481
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0000902

## ANEXOS

### Incertidumbres, 1990, Cont.

Categoría	Gas	Emisiones kt CO <sub>2</sub> -eq	Incertidumbre Dato Actividad (%)	Incertidumbre del Factor de Emisión (%)	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	21,0000000	104,0000000	106,0990104	0,0002245
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0584181
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0271815
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0000000
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0010634
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	200,0000000	30,0000000	202,2374842	0,0000001
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	200,0000000	30,0000000	202,2374842	0,0046284
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	54,0000000	30,0000000	61,7737808	0,0044782
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	20,0000000	30,0000000	36,0555128	0,0000038
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	54,0000000	112,0000000	124,3382483	0,0000018
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO2	-3300,888932	0,0000000	29,0000000	29,0000000	18,2787281
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO2	-2931,315093	0,0000000	21,0000000	21,0000000	7,5587808
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	-195,1412648	0,0000000	1,0000000	1,0000000	0,0000760
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO2	148,7291025	0,0000000	11,0000000	11,0000000	0,0053391
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO2	-289,34774	0,0000000	8,0000000	8,0000000	0,0106883
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO2	-586,4175103	0,0000000	0,2600000	0,2600000	0,0000464
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	10,0000000	0,0000000	10,0000000	0,0000051
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	10,0000000	0,0000000	10,0000000	0,0000003
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	200,0000000	85,0000000	217,3131381	0,0008761
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	200,0000000	90,0000000	219,3171220	0,0006663
3.C.3 - Urea application	CO2	44	10,0000000	50,0000000	50,9901951	0,0100408
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	0,0000000	158,0000000	158,0000000	1.191,7001057
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	0,0000000	244,0000000	244,0000000	210,4881007
3.C.6 - Indirect N2O Emissions from manure management	N2O	20,98149025	0,0000000	165,0000000	165,0000000	0,0239072
3.C.7 - Rice cultivation	CH4	408,408	0,0000000	76,0000000	76,0000000	1,9217807
4.A - Solid Waste Disposal	CH4	503,4296934	51,9600000	49,5000000	71,7641387	2,6036390
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH4	114,893727	52,6200000	42,4300000	67,5956308	0,1203145
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N2O	53,96948966	52,6200000	90,0000000	104,2538460	0,0631494
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH4	76,29235891	51,3400000	42,4300000	66,6040577	0,0515053
<b>TOTAL</b>		<b>22.390</b>			<b>Sum (H)</b>	<b>1.598</b>
					<b>Incertidumbre INGEI 1990</b>	<b>40,0</b>

## ANEXOS

### Análisis Cuantitativo

A continuación, se presenta la tabla de incertidumbres para el INGEI 2022:

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CO2	507,7617062	1113,481553	7,0710678	19,9410782	21,1576606	0,6858008	0,0209125	0,0497310	0,4170177	0,4973099	0,4212209
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	CH4	0,293662152	1,112164805	7,0710678	329,7451878	329,8209952	0,0001663	0,0000330	0,0000497	0,0108842	0,0004967	0,0001187
1.A.1 - Energy Industries - Liquid Fuels	N2O	0,548204938	1,995883148	7,0710678	329,9784505	330,0542043	0,0005362	0,0000580	0,0000891	0,0191495	0,0008914	0,0003675
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO2	0	49,55957028	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0002450	0,0022135	0,0022135	0,0122708	0,0221346	0,0006405
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	CH4	0	0,024735614	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,0000011	0,0000011	0,0001562	0,0000110	0,0000000
1.A.1 - Energy Industries - Gaseous Fuels	N2O	0	0,023410492	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000003	0,0000010	0,0000010	0,0007393	0,0000105	0,0000005
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	CH4	0	0,772515725	50,2493781	556,9990430	559,2610606	0,0002306	0,0000345	0,0000345	0,0192179	0,0024519	0,0003753
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - solid	N2O	0	4,652651527	50,2493781	997,6211374	998,8858463	0,0266888	0,0002078	0,0002078	0,2073052	0,0147669	0,0431935
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	CH4	0	0,254953042	5,0000000	300,0000000	300,0416638	0,0000072	0,0000114	0,0000114	0,0034161	0,0000805	0,0000117
1.A.1 - Energy Industries - Biomass - liquid	N2O	0	1,608632288	5,0000000	412,5000000	412,5303019	0,0005442	0,0000718	0,0000718	0,0296364	0,0005080	0,0008786

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO2	560,5139585	886,9712731	15,0000000	20,8342180	25,6722543	0,6406838	0,0078052	0,0396145	0,1626160	0,8403494	0,7326310
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CH4	0,600098901	0,688156516	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,0002856	0,0000033	0,0000307	0,0023181	0,0006520	0,0000058
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	N2O	0,587030851	4,126830412	15,0000000	698,4890870	698,6501304	0,0102719	0,0001510	0,0001843	0,1054739	0,0039099	0,0111400
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO2	0	29,82969396	14,1421356	11,0918711	17,9730243	0,0003552	0,0013323	0,0013323	0,0147774	0,0266454	0,0009284
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH4	0	0,014888261	14,1421356	412,3105626	412,5530269	0,0000135	0,0000007	0,0000007	0,0002742	0,0000133	0,0000001
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	N2O	0	0,014090675	14,1421356	1.170,4699911	1.170,5554237	0,0001729	0,0000006	0,0000006	0,0007366	0,0000126	0,0000005
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CO2	0	24,34898854	10,0000000	40,9498184	42,1531449	0,0001031	0,0010875	0,0010875	0,0445325	0,0153794	0,0022197
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	CH4	0	0,253217664	10,0000000	466,6666667	466,7737972	0,0126476	0,0000113	0,0000113	0,0052777	0,0001599	0,0000279

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Other Fossil Fuels	N <sub>2</sub> O	0	0,319536576	10,0000000	216,6666667	216,8973131	0,0946878	0,0000143	0,0000143	0,0030921	0,0002018	0,0000096
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	CH <sub>4</sub>	2,909189606	6,854082648	122,6784415	1,345,4545455	1,351,0358744	0,0342283	0,0001410	0,0003061	0,1897554	0,0531100	0,0388278
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - solid	N <sub>2</sub> O	17,52125558	40,35938383	122,6784415	2,529,2136105	2,532,1870957	4,7854886	0,0008083	0,0018026	2,0443060	0,3127317	4,2769882
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	CH <sub>4</sub>	0,039741106	3,895626883	14,1421356	848,5281374	848,6459804	0,0135053	0,0001717	0,0001740	0,1457209	0,0034798	0,0212467
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Biomass - liquid	N <sub>2</sub> O	0,250747452	24,57644396	14,1421356	1,166,7261890	1,166,8118957	1,0160999	0,0010834	0,0010976	1,2640532	0,0219530	1,5983124
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO <sub>2</sub>	5,14683324	5,0995224	8,6602540	21,5814479	23,2542232	0,0000174	0,0000643	0,0002278	0,0013878	0,0027895	0,0000097
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CH <sub>4</sub>	0,002285993	0,013012574	8,6602540	346,4101615	346,5183978	0,0000000	0,0000005	0,0000006	0,0001564	0,0000071	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	N <sub>2</sub> O	0,012259997	0,019971036	8,6602540	384,9001795	384,9975950	0,0000001	0,0000002	0,0000009	0,0000755	0,0000109	0,0000000

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CO2	0,2219004	0	5,0000000	5,6603774	7,5524746	0,0000000	0,0000126	0,0000000	0,0000713	0,0000000	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	CH4	5,86152E-05	0	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000007	0,0000000	0,0000000
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction - Peat	N2O	0,000832127	0	5,0000000	233,3333333	233,3868986	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000110	0,0000000	0,0000000
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CO2	32,44	13,95	7,0710678	7,5519004	10,3455884	0,0000257	0,0012178	0,0006230	0,0091967	0,0062304	0,0001234
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	CH4	0,006384	0,002754914	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000000	0,0000002	0,0000001	0,0000338	0,0000012	0,0000000
1.A.3.a - Civil Aviation - Liquid Fuels	N2O	0,241945	0,104293188	7,0710678	212,1320344	212,2498528	0,0000006	0,0000091	0,0000047	0,0019244	0,0000466	0,0000037
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CO2	1365,06176	4082,472899	10,0000000	7,2967578	12,3791225	3,1558980	0,1048074	0,1823339	0,7647540	2,5785905	7,2339779
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	CH4	6,43834046	8,187243253	10,0000000	423,8497809	423,9677308	0,0148880	0,0000003	0,0003657	0,0001313	0,0051713	0,0000268
1.A.3.b - Road Transportation - Liquid Fuels	N2O	20,67113176	69,231086	10,0000000	363,6569372	363,7944034	0,7838102	0,0019190	0,0030920	0,6978601	0,0437281	0,4889209
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CO2	15,54826795	0,62048376	5,0000000	2,0200000	5,3926246	0,0000000	0,0008546	0,0000277	0,0017263	0,0001960	0,0000030
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	CH4	0,028006343	0,000973012	5,0000000	150,6000000	150,6829785	0,0000000	0,0000015	0,0000000	0,0002328	0,0000003	0,0000001
1.A.3.c - Railways - Liquid Fuels	N2O	1,23154722	0,063463514	5,0000000	200,0000000	200,0624902	0,0000002	0,0000671	0,0000028	0,0134103	0,0000200	0,0001798



## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	CO2	100,97	34,14042324	7,0710678	3,4648232	7,8743254	0,0000893	0,0042047	0,0015248	0,0145686	0,0152480	0,0004447
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	CH4	0,028	0,090267408	7,0710678	70,7106781	71,0633520	0,0000001	0,0000024	0,0000040	0,0001727	0,0000403	0,0000000
1.A.3.d - Waterborne Navigation - Liquid Fuels	N2O	1,231455	0,24409044	7,0710678	197,9898987	198,1161276	0,0000029	0,0000590	0,0000109	0,0116773	0,0001090	0,0001364
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CO2	24,82245282	44,63480952	5,0000000	2,0200000	5,3926246	0,0000716	0,0005849	0,0019935	0,0011815	0,0140962	0,0002001
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	CH4	0,038925358	0,069994128	5,0000000	50,0000000	50,2493781	0,0000000	0,0000009	0,0000031	0,0000459	0,0000221	0,0000000
1.A.3.e - Other Transportation - Liquid Fuels	N2O	2,538857894	4,56527964	5,0000000	140,0000000	140,0892573	0,0005054	0,0000598	0,0002039	0,0083756	0,0014418	0,0000722
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CO2	985,5513673	813,6493557	11,1803399	7,4300471	13,4240679	0,1474143	0,0195784	0,0363397	0,1454682	0,5745811	0,3513045
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	CH4	1,935737672	1,164184453	11,1803399	381,0254060	381,1894017	0,0002433	0,0000579	0,0000520	0,0220427	0,0008221	0,0004866
1.A.4 - Other Sectors - Liquid Fuels	N2O	34,52870079	34,11330976	11,1803399	440,5029953	440,6448558	0,2792041	0,0004358	0,0015236	0,1919669	0,0240901	0,0374316
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CO2	17,28813456	0	7,0710678	17,6211784	18,9869937	0,0000000	0,0009810	0,0000000	0,0172870	0,0000000	0,0002988
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	CH4	0,054512136	0	7,0710678	282,8427125	282,9310870	0,0000000	0,0000031	0,0000000	0,0008749	0,0000000	0,0000008
1.A.4 - Other Sectors - Solid Fuels	N2O	0,010318369	0	7,0710678	311,1428555	311,2231941	0,0000000	0,0000006	0,0000000	0,0001822	0,0000000	0,0000000

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CO2	0	88,78444344	7,0710678	5,5437172	8,9851433	0,0007864	0,0039653	0,0039653	0,0219827	0,0396534	0,0020556
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	CH4	0	0,113713488	7,0710678	141,4213562	141,5980226	0,0000003	0,0000051	0,0000051	0,0007182	0,0000508	0,0000005
1.A.4 - Other Sectors - Gaseous Fuels	N2O	0	0,27160609	7,0710678	707,1067812	707,1421356	0,0000456	0,0000121	0,0000121	0,0085777	0,0001213	0,0000736
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	CH4	107,5002768	116,2573877	86,6025404	346,4101615	357,0714214	2,1293543	0,0009079	0,0051924	0,3144966	0,6359314	0,5033169
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - solid	N2O	13,54147191	14,60770333	86,6025404	476,3139721	484,1229183	0,0617976	0,0001160	0,0006524	0,0552589	0,0799046	0,0094383
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	CH4	0	0,001325275	11,1803399	476,3664556	476,4976390	0,0000000	0,0000001	0,0000001	0,0000282	0,0000009	0,0000000
1.A.4 - Other Sectors - Biomass - liquid	N2O	0	0,000752567	11,1803399	714,5059482	714,5934159	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000240	0,0000005	0,0000000
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CO2	14,50977408	9,33195852	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000054	0,0004066	0,0004168	0,0020329	0,0029471	0,0000128
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	CH4	0	0,036341424	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0000016	0,0000016	0,0000081	0,0000115	0,0000000
1.A.5 - Non-Specified - Liquid Fuels	N2O	0	0,020636737	5,0000000	5,0000000	7,0710678	0,0000000	0,0000009	0,0000009	0,0000046	0,0000065	0,0000000
1.B.1.a - Coal mining and handling	CO2	0,0000000	0,0000000	11,1803399	360,5551275	360,7284297	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
1.B.1.a - Coal mining and handling	CH4	0,0000000	0,0000000	12,2474487	360,5551275	360,7630802	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
2.A.1 - Cement production	CO2	189,05285	415,6773118	35,0000000	0,0000000	35,0000000	0,2615444	0,0078365	0,0185652	0,0000000	0,9189321	0,8444363
2.A.2 - Lime production	CO2	30,5424	67,8735	6,0000000	2,0000000	6,3245553	0,0002277	0,0012982	0,0030314	0,0025964	0,0257223	0,0006684
2.A.4.a - Ceramics	CO2	2,8875	0	4,2400000	3,0000000	5,1939965	0,0000000	0,0001639	0,0000000	0,0004916	0,0000000	0,0000002
2.A.4.b - Other Uses of Soda Ash	CO2	4,591230098	1,36572082	4,2400000	2,5000000	4,9221540	0,0000001	0,0001995	0,0000610	0,0004988	0,0003658	0,0000004
2.B.5 - Carbide Production	CO2	0,0000000	0,111991	5,0000000	10,0000000	11,1803399	0,0000000	0,0000050	0,0000050	0,0000500	0,0000354	0,0000000
2.D.1 - Lubricant Use	CO2	10,99178667	10,63568	4,0000000	50,0000000	50,1597448	0,0003517	0,0001487	0,0004750	0,0074364	0,0026871	0,0000625
2.D.2 - Paraffin Wax Use	CO2	1,297626205	0,609699027	5,0000000	100,1200000	100,2447724	0,0000046	0,0000464	0,0000272	0,0046461	0,0001926	0,0000216
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF3	0	0	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2F2	0	11,80512512	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0021323	0,0005272	0,0005272	0,0361270	0,0653778	0,0055794
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CHF2CF3	0	128,0253598	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,2507879	0,0057179	0,0057179	0,3917937	0,7090153	0,6562050
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH2FCF3	0	59,0673296	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0533838	0,0026381	0,0026381	0,1807627	0,3271199	0,1396826
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH3CHF2	0	0,129716829	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000003	0,0000058	0,0000058	0,0003970	0,0007184	0,0000007

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	0	116,0604515	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,2061024	0,0051836	0,0051836	0,3551777	0,6427526	0,5392822
2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	0	0,02562435	87,6800000	68,5200000	111,2779080	0,0000000	0,0000011	0,0000011	0,0000784	0,0001419	0,0000000
2.F.1.b - Mobile Air Conditioning	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0,0000000	41,34034961	50,0000000	33,3000000	60,0740377	0,0076211	0,0018464	0,0018464	0,0614840	0,1305579	0,0208257
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	1,412783775	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000005	0,0000631	0,0000631	0,0006310	0,0008923	0,0000012
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	0,14718132	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000000	0,0000066	0,0000066	0,0000657	0,0000930	0,0000000
2.F.2 - Foam Blowing Agents	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	4,113857392	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000042	0,0001837	0,0001837	0,0018374	0,0025984	0,0000101
2.F.3 - Fire Protection	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0	16,22027771	15,0000000	6,0000000	16,1554944	0,0000849	0,0007244	0,0007244	0,0043466	0,0153677	0,0002551
2.F.4 - Aerosols	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	0,0000000	24,466	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0001479	0,0010927	0,0010927	0,0109272	0,0154533	0,0003582
2.G.1.b - Use of Electrical Equipment	SF <sub>6</sub>	0,0000000	2,234066667	10,0000000	30,0000000	31,6227766	0,0000062	0,0000998	0,0000998	0,0029934	0,0014111	0,0000110
2.G.3.a - Medical Applications	N <sub>2</sub> O	0,0000000	1,953667848	10,0000000	10,0000000	14,1421356	0,0000009	0,0000873	0,0000873	0,0008726	0,0012340	0,0000023
3.A.1.a.i - Dairy Cows	CH <sub>4</sub>	610,3957634	935,5902372	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,4596814	0,0071461	0,0417859	0,1429213	0,2954709	0,1077296
3.A.1.a.ii - Other Cattle	CH <sub>4</sub>	13319,12758	16944,37878	5,0000000	20,0000000	20,6155281	150,7776088	0,0009592	0,7567801	0,0191847	5,3512437	28,6361773
3.A.1.c - Sheep	CH <sub>4</sub>	3412,71	867,86798	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,3955423	0,1546627	0,0387612	3,0932541	0,2740834	9,6433425
3.A.1.d - Goats	CH <sub>4</sub>	1,05518	1,29094	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0000009	0,0000022	0,0000577	0,0000444	0,0004077	0,0000002
3.A.1.f - Horses	CH <sub>4</sub>	222,264	208,034568	5,0000000	20,0000000	20,6155281	0,0227278	0,0033210	0,0092914	0,0664206	0,0656999	0,0087282

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
3.A.1.g - Mules and Asses	CH4	0,28	0,28	200,000000	50,000000	206,1552813	0,0000041	0,0000034	0,0000125	0,0001692	0,0035371	0,0000125
3.A.1.h - Swine	CH4	7,532	4,508	5,000000	20,000000	20,6155281	0,0000107	0,0002261	0,0002013	0,0045215	0,0014237	0,0000225
3.A.1.j - Other (please specify)	CH4	0,000000	0,000000			0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3.A.2.a.i - Dairy cows	CH4	10,3135536	15,5897784	5,000000	20,000000	20,6155281	0,0001276	0,0001110	0,0006963	0,0022204	0,0049234	0,0000292
3.A.2.a.i - Dairy cows	N2O	3,162153604	3,102094233	21,000000	104,000000	106,0990104	0,0001339	0,0000409	0,0001385	0,0042530	0,0041147	0,0000350
3.A.2.a.ii - Other cattle	CH4	262,5035953	332,5820338	5,000000	20,000000	20,6155281	0,0580876	0,0000422	0,0148540	0,0008440	0,1050335	0,0110327
3.A.2.c - Sheep	CH4	102,3813	26,0360394	20,000000	30,000000	36,0555128	0,0010889	0,0046467	0,0011628	0,1394022	0,0328900	0,0205147
3.A.2.d - Goats	CH4	0,03587612	0,04389196	20,000000	30,000000	36,0555128	0,000000	0,0000001	0,0000020	0,0000023	0,0000554	0,000000
3.A.2.f - Horses	CH4	20,25072	18,95426064	20,000000	30,000000	36,0555128	0,0005771	0,0003026	0,0008465	0,0090783	0,0239440	0,0006557
3.A.2.g - Mules and Asses	CH4	0,0252	0,0252	200,000000	30,000000	202,2374842	0,000000	0,0000003	0,0000011	0,0000091	0,0003183	0,0000001
3.A.2.h - Swine	CH4	7,532	4,508	200,000000	30,000000	202,2374842	0,0010270	0,0002261	0,0002013	0,0067823	0,0569473	0,0032890
3.A.2.h - Swine	N2O	24,25519344	13,06384669	54,000000	30,000000	61,7737808	0,0008047	0,0007929	0,0005835	0,0237878	0,0445578	0,0025513
3.A.2.i - Poultry	CH4	1,21580536	4,43022496	20,000000	30,000000	36,0555128	0,0000315	0,0001289	0,0001979	0,0038662	0,0055965	0,0000463
3.A.2.i - Poultry	N2O	0,24353746	1,047151466	54,000000	112,000000	124,3382483	0,0000209	0,0000329	0,0000468	0,0036902	0,0035716	0,0000264
3.B.1.a - Forest land Remaining Forest land	CO2	-3300,888932	3956,155091	0,000000	29,000000	29,000000	16,2644444	0,3645439	0,1766922	10,5717719	0,000000	111,7623619
3.B.1.b - Land Converted to Forest land	CO2	-2931,315093	-17891,65791	0,000000	21,000000	21,000000	174,4361048	0,6335754	-0,7990881	13,3050837	0,000000	177,0252514

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
3.B.2.a - Cropland Remaining Cropland	CO2	-195,1412648	113,1350715	0,0000000	1,0000000	1,0000000	0,0000158	0,0161279	0,0050529	0,0161279	0,0000000	0,0002601
3.B.2.b - Land Converted to Cropland	CO2	148,7291025	2989,219773	0,0000000	11,0000000	11,0000000	1,3359730	0,1250582	0,1335064	1,3756399	0,0000000	1,8923851
3.B.3.a - Grassland Remaining Grassland	CO2	-289,34774	-380,6463375	0,0000000	8,0000000	8,0000000	0,0114583	0,0005812	-0,0170007	0,0046499	0,0000000	0,0000216
3.B.3.b - Land Converted to Grassland	CO2	-586,4175103	1115,845438	0,0000000	0,2600000	0,2600000	0,0001040	0,0831355	0,0498366	0,0216152	0,0000000	0,0004672
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	CH4	5,0397984	3,051594	10,0000000	0,0000000	10,0000000	0,0000012	0,0001497	0,0001363	0,0000000	0,0019275	0,0000037
3.C.1.b - Biomass burning in croplands	N2O	1,2366172	0,74877075	10,0000000	0,0000000	10,0000000	0,0000001	0,0000367	0,0000334	0,0000000	0,0004729	0,0000002
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	CH4	3,049662	3,049662	200,0000000	85,0000000	217,3131381	0,0005427	0,0000369	0,0001362	0,0031324	0,0385248	0,0014940
3.C.1.c - Biomass burning in grasslands	N2O	2,63530575	2,63530575	200,0000000	90,0000000	219,3171220	0,0004128	0,0000318	0,0001177	0,0028660	0,0332905	0,0011165
3.C.3 - Urea application	CO2	44	174,1932133	10,0000000	50,0000000	50,9901951	0,0974838	0,0052830	0,0077799	0,2641484	0,1100247	0,0818798
3.C.4 - Direct N2O Emissions from managed soils	N2O	4891,953553	5930,727548	0,0000000	158,0000000	158,0000000	1.084,9925088	0,0126922	0,2648818	2,0053742	0,0000000	4,0215256
3.C.5 - Indirect N2O Emissions from managed soils	N2O	1331,312076	1429,521642	0,0000000	244,0000000	244,0000000	150,3341826	0,0116943	0,0638462	2,8534131	0,0000000	8,1419662

## ANEXOS

### Incertidumbres, 2022, Cont.

2006 IPCC Categories	Gas	Base Year emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Year T emissions or removals kt CO <sub>2</sub> equivalent	Activity Data Uncertainty (%)	Emission Factor Uncertainty (%)	Combined Uncertainty (%)	Contribution to Variance by Category in Year T	Type A Sensitivity (%)	Type B Sensitivity (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty (%)	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty (%)	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions (%)
3.C.6 - Indirect N <sub>2</sub> O Emissions from manure management	N <sub>2</sub> O	20,98149025	21,68906322	0,0000000	165,0000000	165,0000000	0,0158251	0,0002219	0,0009687	0,0366194	0,0000000	0,0013410
3.C.7 - Rice cultivation	CH <sub>4</sub>	408,408	414,125712	0,0000000	76,0000000	76,0000000	1,2240191	0,0046790	0,0184959	0,3556023	0,0000000	0,1264530
4.A - Solid Waste Disposal	CH <sub>4</sub>	503,4296934	1357,893938	51,9600000	49,5000000	71,7641387	11,7339240	0,0320719	0,0606471	1,5875615	4,4565016	22,3807581
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	CH <sub>4</sub>	0	16,68930998	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0037515	0,0007454	0,0007454	0,0745388	0,0316241	0,0065561
4.B - Biological Treatment of Solid Waste	N <sub>2</sub> O	0	9,477143883	30,0000000	166,7000000	169,3779502	0,0031839	0,0004233	0,0004233	0,0705598	0,0179580	0,0053012
4.C.1 - Waste Incineration	CO <sub>2</sub>	0,0000000	1,735900238	30,0000000	30,0000000	42,4264069	0,0000067	0,0000775	0,0000775	0,0023259	0,0032893	0,0000162
4.C.1 - Waste Incineration	CH <sub>4</sub>	0,0000000	0,001767462	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0000001	0,0000001	0,0000079	0,0000033	0,0000000
4.C.1 - Waste Incineration	N <sub>2</sub> O	0,0000000	0,02787961	30,0000000	100,0000000	104,4030651	0,0000000	0,0000012	0,0000012	0,0001245	0,0000528	0,0000000
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	114,893727	72,89381229	52,6200000	42,4300000	67,5956308	0,0299996	0,0032640	0,0032556	0,1384929	0,2422705	0,0778753
4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge	N <sub>2</sub> O	53,96948966	62,7633392	52,6200000	90,0000000	104,2538460	0,0529045	0,0002594	0,0028032	0,0233464	0,2086008	0,0440593
4.D.2 - Industrial Wastewater Treatment and Discharge	CH <sub>4</sub>	76,29235891	186,2240751	51,3400000	42,4300000	66,6040577	0,1900945	0,0039878	0,0083173	0,1692017	0,6038802	0,3933005
<b>TOTAL</b>		<b>22.390</b>	<b>28.448</b>			<b>Sum (H)</b>	<b>1.608,0682304</b>				<b>sum (M):</b>	<b>383,9083726</b>
						<b>Incertidumbre INGEI 2022</b>	<b>40,10</b>				<b>Incertidumbre en la tendencia</b>	<b>19,59</b>

### Anexo 3: Descripción detallada del enfoque de referencia

El método de referencia es un método directo para realizar una estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles (categoría 1A). Realiza el cálculo de consumo aparente utilizando datos obtenidos del Balance Energético Nacional 2022 publicado por DNE/MIEM 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 la Guía 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 CO<sub>2</sub>.



## ANEXOS

### Anexo 4: Plan de QA/QC

#### 1. OBJETIVO

Establecer las bases del Sistema de Control y Aseguramiento de Calidad del Sistema Nacional de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI)

#### 2. ALCANCE

Aplica a todas las actividades del SINGEI plausibles de Control y Aseguramiento de Calidad.

#### 3. GLOSARIO

**Plan:** Documento que especifica qué procedimientos deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse.

**Procedimiento:** Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

**Registro:** Es un tipo especial de documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

**Garantía de Calidad:** un sistema planificado de procesos de revisión conducido por el personal no involucrado en el proceso de desarrollo del inventario.

**Control de Calidad:** un sistema de actividades técnicas de rutina implementadas por el equipo de desarrollo del inventario con la finalidad de medir y controlar la calidad del inventario conforme se elabora.

#### 4. ABREVIATURAS

CC: Control de Calidad

GC: Garantía de Calidad

BUR: Informe Bienal de Actualización

GEI: Gas de efecto Invernadero

INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

SINGEI: Sistema de Inventario de Gases de Efecto Invernadero

SNRCC: Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático

## ANEXOS

### 5. DESARROLLO

El Plan de GC/CC es un documento interno que documenta, entre otras cosas, los detalles las actividades de GC/CC en todos los procesos, desde el inicio de la compilación del inventario hasta el informe final, el calendario de compilación y el reparto de las funciones de todas las entidades implicadas.

Organiza y sistematiza las actividades de GC/CC de la recopilación del inventario y aclara lo que debe hacer cada entidad implicada en la recopilación. Además, se elabora con el fin de garantizar la ejecución de las actividades de GC/CC. El ámbito de aplicación del Plan de GC/CC incluye los procesos de preparación, elaboración de informes y revisión del inventario.

Durante la elaboración del inventario, la calidad del mismo se controla realizando actividades de CC en cada paso, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

Las actividades de CC relativas a la compilación del inventario son realizadas por el personal perteneciente a los organismos que participan en la compilación del inventario.

Las actividades de GC son revisiones externas realizadas por expertos ajenos al sistema de elaboración de inventarios.

#### 5.1 CONTENIDOS DEL PLAN

- Definición de objetivos de calidad.
- Personal responsable de coordinar las actividades de GC/CC.
- Procedimientos generales de CC (Nivel 1).
- Procedimientos de CC de fuente específica (Nivel 2).
- Procedimientos de revisión de GC.
- Procedimientos de informe, documentación y archivo.
- Procedimientos de verificación.

##### 5.1.1. Objetivos de calidad

**Transparencia:** se refiere a la existencia de suficiente documentación clara para que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan cómo se preparó el inventario y puedan asegurarse de que cumple los requisitos de buenas prácticas para los inventarios nacionales de emisiones de GEI

**Exhaustividad:** se refiere a que se reporten en el INGEI las emisiones y remociones de GEI para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros y gases indicados en las Directrices y Orientaciones del IPCC que deben ser utilizadas para la preparación de los inventarios a ser incorporados en las Comunicaciones Nacionales a la CMNUCC

## ANEXOS

y los Informes Bienales de Actualización. Incluye también la valoración del grado de cobertura de esas categorías con relación al territorio nacional.

**Coherencia en la serie temporal:** La presentación de series consistentes de emisiones de GEI para los años reportados en Comunicaciones Nacionales previas es un elemento central de reporte en el inventario de GEI a ser incluido en el BUR y en Comunicaciones Nacionales dado que suministra información sobre las tendencias históricas de las emisiones y posibilita realizar un seguimiento de los efectos de las estrategias destinadas a reducir las emisiones a nivel nacional.

**Comparabilidad:** se refiere a que el inventario nacional de GEI se reporta de forma tal que permite su comparación con los inventarios nacionales correspondientes a otros países. Esta comparabilidad debe verse reflejada en la selección adecuada de categorías, en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y absorciones.

**Exactitud:** indica que el inventario nacional de GEI no contiene estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse. Esto significa que se ha hecho todo el esfuerzo necesario para eliminar el sesgo de las estimaciones del inventario.

### *5.1.2. Personal responsable de coordinar las actividades de GC/CC*

Actividades a realizar:

- Aclarar y comunicar las responsabilidades de GC/CC a los miembros del equipo de inventario.
- Desarrollar y hacer listas de verificación de GC/CC adecuadas a las funciones en el equipo de inventario.
- Distribuir la lista de verificación de GC/CC a los miembros apropiados del equipo de inventario y establecer la fecha límite para su finalización.
- Asegurar el cumplimiento oportuno y exacto de las listas de verificación de GC/CC y las actividades relacionadas mediante la verificación con los miembros del equipo.
- Recolectar las listas de verificación y formularios de GC/CC completos.
- Revisar las listas de verificación y formularios de GC/CC completos para corroborar su exhaustividad y exactitud.
- Entregar documentación de las actividades de GC/CC para el líder de inventario y el coordinador de archivo.
- Coordinar revisiones externas del inventario y asegurar que los comentarios sean incorporados al mismo. Los pasos para coordinar con los revisores externos incluyen:
  1. Identificar los revisores externos (p. ej., a través de los líderes de cada categoría).
  2. Establecer una programación de revisión.
  3. Establecer el formato de revisión (p. ej., soporte digital ya sea en Word o Excel).
  4. Ponerse en contacto con los revisores externos para informarles sobre la programación y las expectativas.
  5. Distribuir el borrador del inventario para su revisión.

## ANEXOS

6. Recoger y recopilar los comentarios de revisión.
7. Entregar los comentarios obtenidos al coordinador de archivo/documento e inventario.
8. Actualizar el inventario, con base en los comentarios según sea el caso.

### 5.1.3. Procedimientos generales de CC (Nivel 1)

Entre los procedimientos generales de GC/CC se incluyen los controles genéricos de calidad relativos a cálculos, procesamiento de datos, exhaustividad y documentación, aplicables a todas las categorías de fuentes y sumideros del inventario. Estos controles se deben realizar en cada ciclo INGEI.

Actividad de control de calidad	Procedimiento
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.	Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente.
Controlar la existencia de errores de transcripción en las entradas de datos y referencias.	Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna. Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (fuera mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones. Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.
Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados.	Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos. Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos. Controlar que los factores de conversión sean correctos. Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.	Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.
Verificar que el movimiento de los datos del inventario a través de los pasos del procesamiento sea correcto.	Controlar que los datos de emisiones y absorciones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes. Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.
Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones.	Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados. Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos. Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.
Controlar la coherencia de la serie temporal.	Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal. Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos.
Controlar la exhaustividad.	Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir del año de base correspondiente, hasta el período del inventario actual. Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad. Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías. Controlar que se documenten los vacíos de datos conocidos que producen estimaciones incompletas, incluida una evaluación cualitativa de la importancia de la estimación respecto de las emisiones totales (p. ej., las subcategorías clasificadas como «sin estimar».).

## ANEXOS

Actividad de control de calidad	Procedimiento
Controles de tendencia.	<p>Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si hay cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o absorciones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo.</p> <p>Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados?</li> <li>- Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o absorciones?</li> </ul> <p>Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.</p>
Revisión y archivo de la documentación interna.	<p>Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre. Comprobar que los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada. Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario. Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del inventario.</p>

### 5.1.4. Procedimientos de CC de fuente específica (Nivel 2)

Además de los procedimientos de CC de Nivel 1 resumidos en la sección anterior, los procedimientos de CC de Nivel 2 se utilizan para las categorías principales y otras categorías que se consideren pertinentes.

Actividad de control de calidad	Procedimiento
Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Evaluar si las condiciones nacionales son similares a las utilizadas para desarrollar los factores por defecto del IPCC.</li> <li>· Comparar los factores por defecto con los factores a nivel de planta o de sitio.</li> <li>· Considerar las opciones para obtener factores específicos del país.</li> </ul> <p>Documentar los resultados de esta evaluación.</p>
Revisar los factores específicos del país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Controlar la calidad de los datos utilizados para desarrollar el factor específico del país.</li> <li>· Evaluar si los estudios secundarios utilizados para desarrollar los factores específicos del país utilizaron (como mínimo) las actividades de CC de Nivel 1.</li> <li>· Comparar los factores específicos del país con los valores por defecto del IPCC; documentar alguna discrepancia significativa.</li> <li>· Comparar los factores específicos del país con los factores a nivel de planta o de sitio.</li> <li>· Comparar los factores de los otros países (utilizando la Base de datos de factores de emisión del IPCC por ej.). Documentar los resultados de esta evaluación.</li> </ul>
Revisar las mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las mediciones.</li> <li>· Comparar las mediciones directas con las estimaciones utilizando un factor de emisión; documentar alguna discrepancia significativa.</li> </ul>
Evaluar la coherencia de la serie temporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Revisar cambios significativos (&gt; 10%) en las estimaciones anuales para categorías y subcategorías.</li> <li>· Comparar estimaciones realizadas con enfoques “top-down” y “bottom-up” para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes. Realizar cálculos de referencia que utilicen las relaciones estequiometrias y la conservación de la masa y energía.</li> </ul>
Revisar los datos de actividad a nivel nacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Determinar el nivel de CC obtenido por la agencia de recolección de datos. Si no fuera apropiado, considerar las fuentes de datos alternativas, tales como los conjuntos de datos internacionales o factores por defecto del IPCC.</li> <li>· Ajustar la incertidumbre relevante de manera apropiada.</li> <li>· Evaluar la coherencia de la serie temporal. Comparar los datos de actividad de múltiples referencias si es posible.</li> </ul>

## ANEXOS

Actividad de control de calidad	Procedimiento
Revisar los datos de actividad específicos de sitio.	<ul style="list-style-type: none"><li>· Determinar si los estándares nacionales o internacionales fueron utilizados en las estimaciones.</li><li>· Comparar los datos específicos de sitio en conjunto con (p. ej., producción) los datos/estadísticas nacionales.</li><li>· Comparar los datos de sitios similares.</li><li>· Comparar estimaciones realizadas con enfoques “top-down” y “bottom-up” para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes</li></ul>
Estimaciones de incertidumbre de CC.	<ul style="list-style-type: none"><li>· Aplicar las técnicas de CC para las estimaciones de incertidumbre.</li><li>· Revisar los cálculos de incertidumbre.</li><li>· Documentar las hipótesis de incertidumbre y las cualidades de algunos expertos consultados.</li></ul>
Verificar las estimaciones de GEI.	<ul style="list-style-type: none"><li>· Comparar las estimaciones con otras estimaciones nacionales o internacionales a nivel de sector, subsector, de gas o nacional, en caso se encuentren disponibles.</li></ul>

### 5.1.5. Procedimientos de revisión de GC

La garantía de calidad comprende actividades que están fuera de la compilación real del inventario. La buena práctica referida a los procedimientos de GC incluye revisiones y auditorías para evaluar la calidad del inventario, determinar la conformidad de los procedimientos adoptados e identificar campos en los que podrían hacerse mejoras. Preferiblemente, estos revisores deben ser expertos independientes de otros organismos o expertos o grupos nacionales o internacionales no vinculados estrechamente a la compilación del inventario nacional; por ejemplo, expertos de otros países. Si no hay disponibles terceros revisores independientes del compilador del inventario, también pueden realizar la GC quienes no tengan que ver al menos con la sección sometida a revisión.

*Desde 2022 se realizan aseguramientos de la calidad anuales para las categorías del inventario incluidas en el seguimiento de los indicadores de la CDN.*

### 5.1.6. Procedimientos de verificación

Las actividades de verificación aportan información para que los países mejoren sus inventarios y son parte del sistema general de GC/CC y verificación. La correspondencia entre las estimaciones del inventario nacional y las independientes aumenta la confianza y fiabilidad de las estimaciones del inventario, al confirmar los resultados. La existencia de diferencias significativas puede indicar debilidades en un conjunto de datos o en ambos. Sin saber cuál de los dos es mejor, quizá convenga reevaluar el inventario.

Fuentes de verificación identificadas:

- FAO Stat (AFOLU)
- Otras Herramientas FAO (AFOLU)
- BEN (Energía)
- INGEI IMM
- Otras

## ANEXOS

### *5.1.7. Procedimientos de informe, documentación y archivo*

#### ***Actividades de Control de Calidad del Coordinador de CC/GC***

Las actividades realizadas serán documentadas en lista de verificación en donde se dejará registro de:

- Fecha y nombre de quién realizó la actividad
- Medida correctiva adoptada fecha y nombre del documento de respaldo
- Actividades de Control de Calidad Sectorial

#### ***Actividades de Control de Calidad Sectorial***

Las actividades realizadas serán documentadas en lista de verificación en donde se dejará registro de:

- Fecha y nombre de quién realizó la actividad
- Medida correctiva adoptada fecha y nombre del documento de respaldo

#### ***Actividades de Control de Calidad del Compilador***

- Fecha y nombre de quién realizó la actividad
- Medida correctiva adoptada fecha y nombre del documento de respaldo

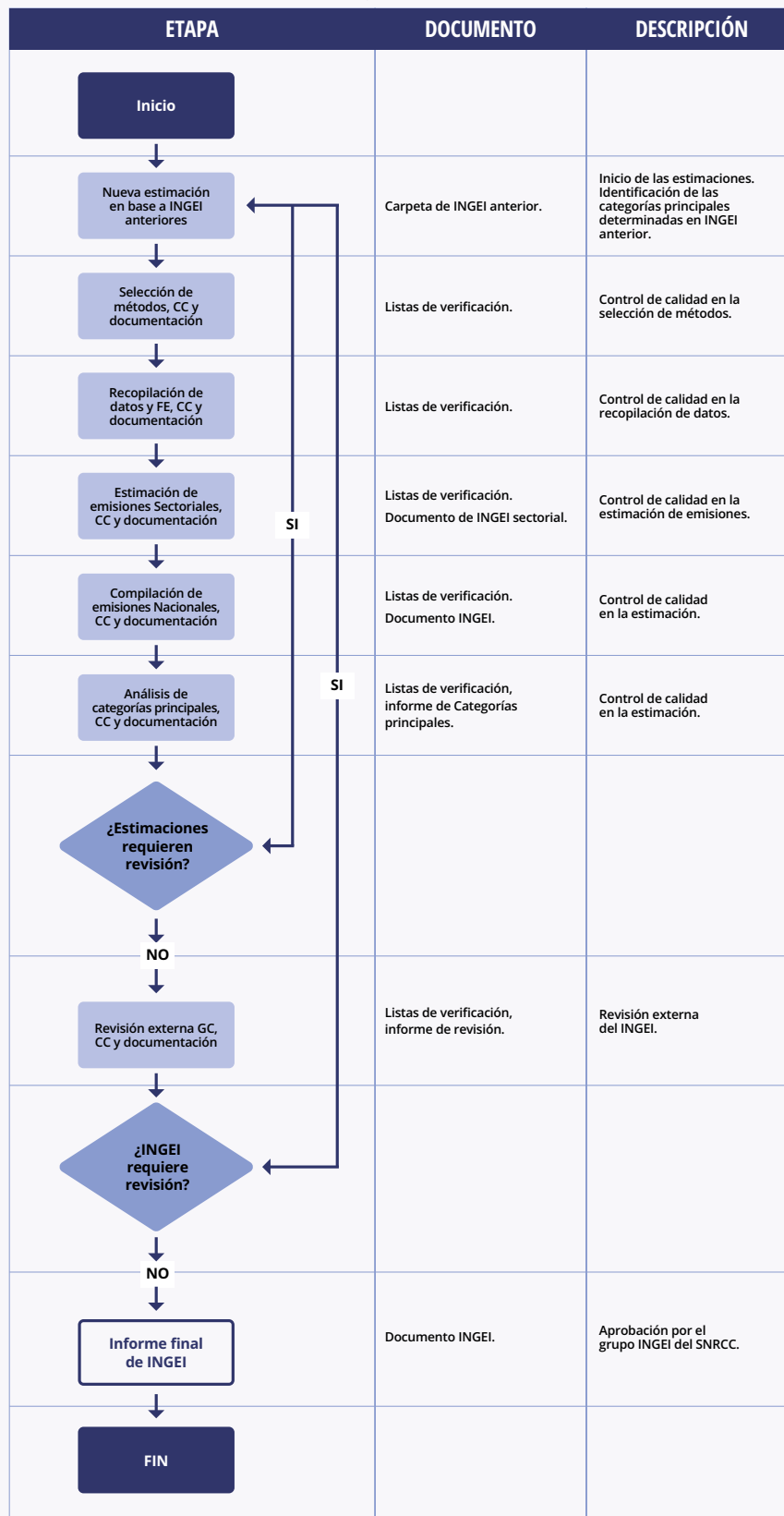
#### ***Actividades de Control de Calidad del Documento INGEI***

- Fecha y nombre de quién realizó la actividad
- Medida correctiva adoptada fecha y nombre del documento de respaldo

#### ***Actividades de Aseguramiento de calidad***

Los resultados de la revisión serán documentados y comunicados a los diferentes sectores para evaluación y revisión del INGEI en caso de que corresponda.

DIAGRAMA DE FLUJO DE FUNCIONES CRUZADAS





## ANEXOS

### **Anexo 5: Información adicional**

Puede descargar la información sobre datos de actividad y factores de emisión, así como las CRT, desde el siguiente vínculo:

*<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/datos-y-estadisticas/datos/ingei-1990-2022-informacion-complementaria>*

## 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>

Calvo, Juan. (2011). *Uruguay: visión y escenarios demográficos al 2050*. Publicado por Presidencia de la República Oriental del Uruguay. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Recuperado de [https://uruguay.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/28\\_file1.pdf](https://uruguay.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/28_file1.pdf)

CEPIS/OPS. (1996). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Uruguay*. Recuperado de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/36492>

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 <https://unfccc.int>

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 <https://unfccc.int>

CSI, Pittamiglio. (2011). *Información de base para el diseño de un plan estratégico de residuos sólidos*. Recuperado de <https://otu.opp.gub.uy/sites/default/files/docsBiblioteca/Tomo%20%20Informaci%C3%B3n%20de%20Base.compressed.pdf> y <https://otu.opp.gub.uy/sites/default/files/docsBiblioteca/TOMO%20%20Linea%20de%20base%20por%20departamento%20parte%201.compressed.pdf>

FAO. (2023). *FAOSTAT: Food and Agriculture Data*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/>  
Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. De Luca, Giorgi, Guaresti et al. (2006). *Evolución de la calidad de los RSU (1972-2005) Ciudad de Buenos Aires*. Recuperado de [https://cms.fi.uba.ar/uploads/Trabajo\\_congreso\\_AIDIS\\_2006\\_Comparativa\\_Calidad\\_RSU\\_595bc54009.pdf](https://cms.fi.uba.ar/uploads/Trabajo_congreso_AIDIS_2006_Comparativa_Calidad_RSU_595bc54009.pdf)

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Giorgi, Rosso et al. (2011). *Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos del Área Metropolitana de Buenos Aires: Tercer informe de avance*. Recuperado de [https://cms.fi.uba.ar/uploads/Informe\\_ECRSU\\_AMBA\\_2011\\_IF\\_42109e5bee.pdf](https://cms.fi.uba.ar/uploads/Informe_ECRSU_AMBA_2011_IF_42109e5bee.pdf)

## REFERENCIAS

Fichtner y LKSur. (2005). *Programa de saneamiento de Montevideo y área metropolitana: Tercera etapa subproyecto – b. Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y área metropolitana. Anexo: Residuos Sólidos urbanos.*

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2006). *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Recuperado de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

Instituto Nacional de Estadística [INEa]. *Estimaciones y proyecciones.* Recuperado de <https://www.ine.gub.uy/estimaciones-y-proyecciones>

Instituto Nacional de Estadística [INEb]. (2013). *Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: metodología y resultados.* Recuperado de <https://www.ine.gub.uy/>

Instituto Nacional de Estadística [INEc]. *Demografía y Estadísticas sociales.* Recuperado de <https://www.ine.gub.uy/>

Instituto Nacional de Estadística [INED]. *Datos preliminares Censo 2023.* Recuperado de <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/comunicacion/noticias/poblacion-preliminar-3444263-habitantes>

IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japón. Recuperado de [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_8x\\_Ch8\\_An1\\_Units\\_Index.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_8x_Ch8_An1_Units_Index.pdf)

Ministerio de Ambiente. (2019). *Plan Nacional de Gestión de Residuos.* Recuperado de <https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos/#:~:El%20Plan%20Nacional%20de%20Gesti%C3%B3n,hacia%20un%20Uruguay%20m%C3%A1s%20circular>

PNUD. (2005). *Naciones Unidas y el desarrollo sostenible: Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

UNFCCC. *CDM project activity "Montevideo Landfill Gas Capture and Flare Project" (UNFCCC Reg. No. 1349).* Recuperado de <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1190184595.5/view?cp=1>

**INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL DE  
GASES DE EFECTO INVERNADERO URUGUAY  
SERIE 1990-2022**

2024

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY



Ministerio  
**de Ambiente**

