



Anexo 1.

Documento del Inventario Nacional de emisiones antropogénicas por fuentes y sumideros de GEI de Honduras

CRÉDITOS Y AUTORES

Contacto del Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero de Honduras

Unidad:	Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC)
Organización:	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)
Dirección:	Edificio Santa Fé, Colonia Castaños Sur, Tegucigalpa.
Teléfono:	+504 9667-6265
Correo:	btr_cn@serna.gob.hn
Sitio web:	www.serna.gob.hn

Créditos

Autoridades Nacionales

Lucky Halach Medina Estrada

Secretario de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente

Jorge Emilio Salaverri

Subsecretario de Recursos Naturales

Wendy Carolina Rodríguez Molina

Directora de la Dirección Nacional de Cambio Climático-SERNA

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Alessandro Fracassetti

Representante Residente

Instituciones colaboradoras

Secretaría de Energía (SEN)
Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)
Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Instituto de Conservación Forestal (ICF)
Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)
Banco Central de Honduras (BCH)
Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC)
Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH)
Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO)
Unidad Técnica de Ozono de Honduras (UTOH)
Dirección de Gestión Ambiental (DGA)
Instituto Nacional Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN)

Consultoría realizada por

CLIMA SOLUCIONES SAS

Autores

Coordinación Técnica y de Calidad CLIMA SOLUCIONES:

Carlos Felipe Torres Triana

Diana Leidy Manrique Luna

Juan Diego Rodríguez Triana

Resumen ejecutivo y reporte

CRT:

Luis Carlos Garzón Franco

Capítulo 1:

Daniela Blanco Daza, Diana Leidy Manrique Luna Carlos Esteban Moreno
Avella

Capítulo 2:

Diana Leidy Manrique Luna

Capítulo 3:

Carlos Alberto Duarte Durán

Capítulo 4:

Daniela María Bernal Escobar

Capítulo 5:

Juan Diego Rodríguez Triana

Capítulo 6:

Luis Enrique Caicedo Navarro

Capítulo 7:

Laura Natalia Solano

Capítulo 8:

Diana Leidy Manrique Luna

Capítulo 9:

Daniela María Bernal Escobar

Incertidumbre sectorial:

Carlos Esteban Moreno Avella

Diseño y diagramación

Natalia Alejandra Mayorga Bermúdez

La elaboración del Documento del Inventario Nacional de Emisiones antropogénicas por fuentes y sumideros de GEI de Honduras del Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR, por sus siglas en inglés) de Honduras fue coordinado por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) a través de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC); quienes implementan el Proyecto “Elaboración del primer informe bienal de transparencia de Honduras y la cuarta comunicación nacional y segundo informe bienal de transparencia como informe combinado bajo la CMNUCC (1BTR-4NC/2BTR)” financiado por GEF-PNUD.

Agradecemos el apoyo brindado por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) a través del Centro Regional para Apoyar la Transparencia de la Acción Climática en los Países del SICA, CCAD-ICAT para la realización de este documento.

Cítese como: Gobierno de Honduras. 2026. Anexo 1. Documento del Inventario Nacional de Emisiones Antropogénicas por fuentes y sumideros de GEI de Honduras. Primer Informe Bienal de Transparencia de Honduras (BTR 1). Tegucigalpa, Honduras.

PRÓLOGO

PRÓLOGO

El presente documento denominado “Documento del Inventario Nacional de Emisiones antropogénicas por fuentes y sumideros de GEI de Honduras - NID por sus siglas en inglés” es una versión mas detallada de los métodos de cálculo empleados, supuestos y aproximaciones de las emisiones y absorciones del país para la serie 1990-2022; está estructurado y escrito para un público académico, estadístico o científico dada su descripción y lenguaje. Asimismo, es un anexo del primer Informe Bienal de Transparencia-BTR por sus siglas en inglés, presentado por Honduras en diciembre de 2024 ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Dando continuidad al marco de transparencia reforzada y teniendo como base el plan de mejora continua del país, se presenta a continuación, una actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Inverdaro presentado en el primer BTR; en este se han incorporado 2 categorías nuevas que habían sido reportadas con la clave de notación No Estimada (NE) en el último inventario.

Se presentan entonces las emisiones de las categorías 3.F. Quema de residuos en campo perteneciente al sector de Agricultura y 4.G. Productos de la madera recolectada perteneciente al sector Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura. Para la primera, se cuantificó metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) por 2,023.8 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente ($\text{kt CO}_2 \text{ eq}$), y para la segunda, emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO_2) cuantificadas en 76.74 y -41.60 $\text{kt CO}_2 \text{ eq}$ respectivamente. Al incluir nuevas categorías que fueron reportadas como no estimadas (NE), en esta versión del inventario, el país continua avanzando con el cumplimiento de la exhaustividad,

ampliando la cobertura de las fuentes de emisiones y absorciones y robusteciendo la documentación metodológica para la serie temporal reportada.

DIRECCIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO
(DNCC-SERNA)- Proyecto BTR

CONTENIDO

CRÉDITOS Y AUTORES	2
PRÓLOGO	5
CONTENIDO.....	7
ACRÓNIMOS Y SIGLAS	21
RESUMEN EJECUTIVO.....	24
RE.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático	25
1.1. Inventarios nacionales de GEI y el cambio climático.....	25
1.2. Circunstancias nacionales y arreglos institucionales.....	26
1.3. Metodologías, métodos y fuentes de información	28
1.4. Plan de AC/CC y su aplicación	29
1.5. Evaluación general de la incertidumbre.....	30
1.6. Evaluación general de la exhaustividad	30
1.7. Sistemas de medición	31
1.8. Resumen de la flexibilidad aplicada	31
RE.2. Resumen de las tendencias de las emisiones y absorciones nacionales.....	32
2.1. Tendencia agregada de las emisiones y absorciones de GEI.....	32
2.2. Tendencia de las emisiones y absorciones por sector y GEI.....	33
2.3. Tendencia de las emisiones de los gases precursores.....	34
RE.3. Panorama general de las emisiones y absorciones por sector	34
3.1. Energía (CRT 1).....	34
3.2. Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2.)	43
3.3. Agricultura (CRT 3)	47
3.4. Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4).....	52
3.5. Residuos (CRT 5).....	58
RE.4. Otra información pertinente.....	60
4.1. Emisiones indirectas de CO ₂ y N ₂ O.....	61
4.2. Nuevos cálculos.....	61
RE.5. Análisis de categorías principales	62
RE.6. Mejoras introducidas en el inventario	63
CAPÍTULO 1. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES, ARREGLOS INSTITUCIONALES E INFORMACIÓN TRANSVERSAL	65
1.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático	66
1.1.1. Cambio climático.....	66
1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	67
1.2. Descripción de las circunstancias nacionales y arreglos institucionales	71
1.2.1. Entidad nacional o punto focal nacional	73
1.2.2. Proceso de elaboración del inventario	75
1.2.3. Archivo de la información	79
1.2.4. Proceso para el examen y la aprobación oficial del inventario	85
1.3. Descripción de las metodologías, métodos y fuentes de información	86
1.4. Descripción de las categorías principales	93
1.5. Descripción del plan de AC/CC y su aplicación	106
1.6. Evaluación general de la incertidumbre	114

1.6.1.	Incertidumbre de la tendencia	116
1.6.2.	Análisis de sensibilidad	123
1.7.	Evaluación general de la exhaustividad	125
1.7.1.	Información sobre la exhaustividad	125
1.8.	Sistemas de medición	129
1.9.	Resumen de la flexibilidad aplicada	130
CAPITULO 2.	TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO	131
2.1.	Descripción de la tendencia agregada de las emisiones y absorciones de GEI	132
2.2.	Descripción de la tendencia de las emisiones y absorciones por sector y gas	139
2.2.1.	Descripción de la tendencia por sector	139
2.2.2.	Descripción de la tendencia por gas de efecto invernadero	152
2.3.	Descripción de la tendencia de los gases precursores	167
3.	CAPÍTULO 3. ENERGÍA (CRT 1)	170
3.1.	Panorama general del sector	171
3.1.1.	Descripción del sector	171
3.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	172
3.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	177
3.2.	Actividades de quema de combustibles (CRT 1.A)	178
3.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	178
3.2.2.	Aspectos metodológicos de la categoría	181
3.2.3.	Comparación del método sectorial con el método de referencia	185
3.2.4.	Combustibles internacionales	190
3.2.5.	Materias primas y uso no energético de los combustibles	194
3.2.6.	Industrias de la energía (CRT 1.A.1)	194
3.2.7.	Industrias manufactureras y de la construcción (CRT 1.A.2.)	201
3.2.8.	Transporte (CRT 1.A.3.)	209
3.2.9.	Otros sectores (CRT 1.A.4)	217
3.2.10.	Otro (CRT 1.A.5)	224
3.2.11.	Recálculos de la categoría	224
3.2.12.	Plan de mejora de la categoría	226
3.3.	Emisiones fugitivas de combustibles (CRT 1.B)	229
3.4.	Transporte y almacenamiento de CO ₂ (CRT 1.C)	230
CAPÍTULO 4.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (CRT 2)	232
4.1.	Panorama general del sector	233
4.1.1.	Descripción del sector	235
4.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	237
4.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	243
4.2.	Industria de los minerales (CRT 2.A.)	244
4.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	244
4.2.2.	Aspectos metodológicos de la categoría	246
4.2.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	248
4.2.4.	Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	248
4.2.5.	Actividades de control de calidad específicos de la categoría	250
4.2.6.	Recálculos de la categoría	250
4.2.7.	Plan de mejora de la categoría	251
4.3.	Industria de los metales (CRT 2.C.)	252
4.4.	Industria química (CRT 2.B)	252
4.5.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D)	253
4.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	253
4.5.3.	Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	257
4.5.4.	Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	257

4.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	258
4.5.6. Recálculos de la categoría	258
4.5.7. Plan de mejora de la categoría	259
4.6. Industria electrónica (CRT 2.E)	260
4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F)	260
4.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	260
4.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría	262
4.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	264
4.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	264
4.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	266
4.7.6. Recálculos de la categoría	267
4.7.7. Plan de mejora de la categoría	267
4.8. Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G)	268
4.9. Otros (CRT 2.H)	269
4.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	269
4.9.2. Aspectos metodológicos de la categoría	270
4.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	272
4.9.4. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	272
4.9.5. Recálculos de la categoría	272
4.9.6. Plan de mejora de la categoría	272
CAPITULO 5. AGRICULTURA (CRT 3)	274
5.1. Panorama general del sector	275
5.1.1. Descripción del sector	276
5.1.2. Tendencia de los GEI del sector	276
5.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector	283
5.2. Fermentación entérica (CRT 3.A)	286
5.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	286
5.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría	288
5.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	291
5.2.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	291
5.2.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	292
5.2.6. Recálculos de la categoría	293
5.2.7. Plan de mejora de la categoría	294
5.3. Gestión del estiércol (CRT 3.B.)	295
5.3.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	295
5.3.2. Aspectos metodológicos de la categoría	298
5.3.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	301
5.3.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	301
5.3.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	303
5.3.6. Recálculos de la categoría	303
5.3.7. Plan de mejora de la categoría	304
5.4. Cultivo del arroz (CRT 3.C.)	305
5.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	305
5.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría	308
5.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	311
5.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	311
5.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	313
5.4.6. Recálculos de la categoría	313
5.4.7. Plan de mejora de la categoría	314
5.5. Suelos agrícolas (CRT 3.D.)	315
5.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	315
5.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría	318
5.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	321
5.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	321

5.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	322
5.5.6. Recálculos de la categoría	323
5.5.7. Plan de mejora de la categoría	324
5.6. Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E.)	325
5.7. Quema de residuos agrícola en el campo (CRT 3.F.)	326
5.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	326
5.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría	328
5.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	330
5.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	330
5.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	331
5.7.6. Recálculos de la categoría	332
5.7.7. Plan de mejora de la categoría	332
5.8. Encalado (CRT 3.G.)	333
5.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	333
5.8.2. Aspectos metodológicos de la categoría	335
5.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	337
5.8.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	337
5.8.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	338
5.8.6. Recálculos de la categoría	338
5.8.7. Plan de mejora de la categoría	339
5.9. Aplicación de urea (CRT 3.H.)	340
5.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	340
5.9.2. Aspectos metodológicos de la categoría	341
5.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	343
5.9.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	343
5.9.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	344
5.9.6. Recálculos de la categoría	344
5.9.7. Plan de mejora de la categoría	345
5.10. Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I.)	345
5.11. Otros (CRT 3.J.)	346
CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)	347
6.1. Panorama general del sector	348
6.1.1. Descripción del sector	349
6.1.2. Tendencia de los GEI del sector	350
6.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector	357
6.2. Definiciones de uso de la tierra	364
6.3. Métodos específicos del país	366
6.3.1. Métodos utilizados para la representación de las tierras	366
6.3.2. Métodos utilizados para las perturbaciones	373
6.3.3. Métodos utilizados para los productos de la madera recolectada	374
6.4. Tierras forestales (CRT 4.A.)	374
6.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	374
6.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría	378
6.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	387
6.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	387
6.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	388
6.4.6. Recálculos de la categoría	389
6.4.7. Plan de mejora de la categoría	390
6.5. Tierras de cultivo (CRT 4.B.)	390
6.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	390
6.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría	394
6.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	403
6.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	403

6.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	405
6.5.6. Recálculos de la categoría	405
6.5.7. Plan de mejora de la categoría	406
6.6. Pastizales (CRT 4.C.)	407
6.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	407
6.6.2. Aspectos metodológicos de la categoría	410
6.6.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	418
6.6.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	418
6.6.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	420
6.6.6. Recálculos de la categoría	420
6.6.7. Plan de mejora de la categoría	421
6.7. Humedales (CRT 4.D.)	421
6.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	422
6.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría	424
6.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	431
6.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	431
6.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	431
6.7.6. Recálculos de la categoría	432
6.7.7. Plan de mejora de la categoría	433
6.8. Asentamientos (CRT 4.E.)	434
6.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	434
6.8.2. Aspectos metodológicos de la categoría	437
6.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	443
6.8.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	443
6.8.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	443
6.8.6. Recálculos de la categoría	444
6.8.7. Plan de mejora de la categoría	445
6.9. Otras tierras (CRT 4.F.)	446
6.9.1. Plan de mejora de la categoría	446
6.10. Productos de madera recolectada (CRT 4.G.)	447
6.10.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	447
6.10.2. Aspectos metodológicos de la categoría	449
6.10.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	453
6.10.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	453
6.10.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	455
6.10.6. Recálculos de la categoría	456
6.10.7. Plan de mejora de la categoría	456
6.11. Quema de biomasa (CRT 4(IV))	456
6.11.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	457
6.11.2. Aspectos metodológicos de la categoría	459
6.11.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	462
6.11.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	463
6.11.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	465
6.11.6. Recálculos de la categoría	466
6.11.7. Plan de mejora de la categoría	467
CAPITULO 7. RESIDUOS (CRT 5)	468
7.1. Panorama general del sector	469
7.1.1. Descripción del sector	469
7.1.2. Tendencia de los GEI del sector	471
7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector	476
7.2. Eliminación de residuos sólidos (CRT 5.A.)	477
7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	478
7.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría	480
7.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	483
7.2.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	483

7.2.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	484
7.2.6. Recálculos de la categoría	485
7.2.7. Plan de mejora de la categoría	486
7.2.8. Plan de mejora para subcategorías no estimadas	486
7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (CRT 5.B.)	487
7.4. Incineración y quema abierta de residuos (CRT 5.C.)	488
7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	488
7.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría	490
7.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	493
7.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	494
7.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	495
7.4.6. Recálculos de la categoría	496
7.4.7. Plan de mejora de la categoría	497
7.4.8. Plan de mejora para subcategorías no estimadas	497
7.5. Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT 5.D.)	498
7.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	498
7.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría	500
7.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría	507
7.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría	507
7.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría	509
7.5.6. Recálculos de la categoría	510
7.5.7. Plan de mejora de la categoría	511
CAPÍTULO 8. EMISIONES INDIRECTAS DE CO ₂ Y N ₂ O	512
CAPÍTULO 9. NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS	514
9.1. Explicación y justificación de los nuevos cálculos	515
9.2. Implicancias para los niveles de emisiones y absorciones	520
9.3. Implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones	521
9.4. Áreas de mejora y fomento de la capacidad en respuesta a los procesos de examen	522
9.5. Áreas de mejora y fomento de la capacidad relacionadas con flexibilidad	528
10. REFERENCIAS	529
ANEXOS	534

LISTA DE TABLAS

Tabla RE.3-1. Combustibles empleados en el sector energía y su homologación IPCC.....	37
Tabla 1-1. Reportes e inventarios nacionales de GEI de Honduras entregados a la CMNUCC.....	68
Tabla 1-2. Objetivos del inventario nacional de GEI de Honduras	69
Tabla 1-3. Descripción de los conjuntos de datos del sistema de archivo de Honduras.	81
Tabla 1-4. Resumen de métodos aplicados en el inventario de Honduras.	91
Tabla 1-5. Resumen del análisis de categorías clave con el sector UTCUTS.....	97
Tabla 1-6. Resumen del análisis de categorías clave sin el sector UTCUTS.	97
Tabla 1-7. Resultados categorías clave método 1 – nivel con el sector UTCUTS.....	99
Tabla 1-8. Resultados categorías clave método 1 – tendencia con UTCUTS.	100
Tabla 1-9. Resultados categorías clave método 2 – nivel con el sector UTCUTS.....	101
Tabla 1-10. Resultados categorías clave método 2 – tendencia con el sector UTCUTS.	102
Tabla 1-11. Resultados categorías clave método 1 – nivel sin el sector UTCUTS.....	103
Tabla 1-12. Resultados categorías clave método 1 – tendencia sin el sector UTCUTS.	103
Tabla 1-13. Resultados categorías clave método 2 – nivel sin el sector UTCUTS.....	104
Tabla 1-14. Resultados categorías clave método 2 – tendencia sin el sector UTCUTS.....	105
Tabla 1-15. Procedimientos generales de Control de Calidad realizados en el inventario.	107
Tabla 1-16. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Energía.	108
Tabla 1-17. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de PIUP.	109
Tabla 1-18. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Agricultura.	110
Tabla 1-19. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de UTCUTS.	111
Tabla 1-20. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Residuos.	113
Tabla 1-21. Incertidumbre de los sectores para el año 2022.	117
Tabla 1-22. Reporte de Incertidumbre del INGEI, año 2022 y de la tendencia 1990-2022.	118
Tabla 1-23. Categorías y subcategorías de fuentes y sumideros de GEI reportadas como no estimadas (NE)	125
Tabla 1-24. Categorías y subcategorías de fuentes y sumideros de GEI reportadas como incluidas en otro lugar (IE). ...	128
Tabla 1-25. Potencial de calentamiento atmosférico y potencial de cabio en la temperatura global utilizados en el inventario, valores para un horizonte temporal de 100 años.	130
Tabla 2-1. Resumen del inventario nacional de GEI por sectores y categorías (2022) (Informe en CO ₂ eq).....	136
Tabla 2-2. Emisiones netas de GEI por sector incluyendo UTCUTS (kt. CO ₂ eq.año ⁻¹).....	139
Tabla 2-3. Emisiones netas de GEI por sector excluyendo UTCUTS (kt. CO ₂ eq.año ⁻¹).	141
Tabla 2-4. Emisiones y absorciones por cada GEI incluyendo y excluyendo UTCUTS (kt CO ₂ eq).	152
Tabla 2-5. Emisiones de COVDM (kt).	168
Tabla 3-1. Sector Energía: emisiones por GEI y subcategoría kt para el año 2022.....	172
Tabla 3-2. Sector Energía: total de GEI por categoría kt CO ₂ eq.....	175
Tabla 3-3. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq).	176
Tabla 3-4. 1.A. Actividades de quema de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	179
Tabla 3-5. 1.A. Actividades de quema de combustibles: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).	183
Tabla 3-6. 1.A. Actividades de quema de combustibles: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	184
Tabla 3-7. Comparación entre métodos: emisiones de CO ₂ del método sectorial y de referencia. (kt CO ₂).	186
Tabla 3-8. Comparación entre métodos: consumo aparente por tipo de combustible (kt).	188
Tabla 3-9. Comparación entre métodos: factor de emisión de CO ₂ aplicados.	189
Tabla 3-10. Combustibles internacionales: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo. (kt CO ₂ eq).	190
Tabla 3-11. Combustibles internacionales: datos de actividad por combustible (TJ).	192
Tabla 3-12. Combustibles internacionales: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.....	193
Tabla 3-13. 1.A.1. Industrias de la Energía: total de GEI por fuente de GEI (kt CO ₂ eq).	194
Tabla 3-14. 1.A.1. Industrias de la energía: Aspectos metodológicos.	196

Tabla 3-15. 1.A.1. Industrias de la energía: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).....	197
Tabla 3-16. 1.A.1. Industrias de la energía: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	198
Tabla 3-17. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1 Industrias de la Energía.	199
Tabla 3-18. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente. (kt CO ₂ eq).....	201
Tabla 3-19. 1.A.2. Industrias manufactureras y construcción: <i>Aspectos metodológicos</i>	204
Tabla 3-20. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).	205
Tabla 3-21. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	206
Tabla 3-22. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.....	207
Tabla 3-23. 1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).....	210
Tabla 3-24. 1.A.3. Transporte: Aspectos metodológicos.....	211
Tabla 3-25. 1.A.3. Transporte: datos de actividad por combustible (TJ).	213
Tabla 3-26. 1.A.3. Transporte: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	214
Tabla 3-27. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.3. Transporte.	215
Tabla 3-28. 1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	217
Tabla 3-29. 1.A.4. Otros Sectores: Aspectos metodológicos.	219
Tabla 3-30. 1.A.4. Otros sectores: datos de actividad por combustible (TJ).	220
Tabla 3-31. 1.A.4. Otros Sectores: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	221
Tabla 3-32. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.4. Otros sectores.	222
Tabla 3-33. 1.A. Energía: Plan de mejora propuesto.	227
Tabla 3-34. Categorías NE Energía: Plan de mejora propuesto.	228
Tabla 3-35. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: Plan de mejora propuesto.	230
Tabla 4-1. Sector PIUP: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para (2022).	237
Tabla 4-2. Sector PIUP: total de GEI por categoría (kt CO ₂ eq).....	239
Tabla 4-3. Sector PIUP: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq).	241
Tabla 4-4. Sector PIUP: emisiones por cada precursor (kt).	242
Tabla 4-5. 2.A. Industria de los minerales: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	245
Tabla 4-6. 2.A. Industria de los minerales: aspectos metodológicos.	246
Tabla 4-7. 2.A. Industria de los minerales: datos de actividad por fuente de GEI (t).	247
Tabla 4-8. 2.A. Industria de los minerales: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.....	248
Tabla 4-9. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 2.A.1. Producción de cemento y 2.A.2. Producción de cal.	249
Tabla 4-10. 2.A. Industria de los minerales: Plan de mejora propuesto.....	251
Tabla 4-11. Categoría 2.C. Industria de los metales: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	252
Tabla 4-12. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	253
Tabla 4-13. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: <i>aspectos metodológicos</i>	255
Tabla 4-14. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: datos de actividad por fuente de GEI (Gg).	255
Tabla 4-15. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.....	256
Tabla 4-16. Resultados de incertidumbre para la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.....	257
Tabla 4-17. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: Plan de mejora propuesto.	259
Tabla 4-18. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	260
Tabla 4-19. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	261
Tabla 4-20. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: <i>aspectos metodológicos</i>	262
Tabla 4-21. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: datos de actividad por fuente de GEI (kg).....	263
Tabla 4-22. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado.	265
Tabla 4-23. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Plan de mejora propuesto. ..	268
Tabla 4-24. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	268
Tabla 4-25. Categoría 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	268
Tabla 4-26. 2.H. Otros: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).....	269

Tabla 4-27. 2.H. Otros aspectos metodológicos.....	270
Tabla 4-28. 2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas: datos de actividad por fuente de COVDM (kt).	270
Tabla 4-29. 2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas: factores de emisión aplicados por fuente de COVDM.....	271
Tabla 4-30. 2.H. Otros: Plan de mejora propuesto.....	272
Tabla 4-31. Categoría 2.H. Otros: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	273
Tabla 5-1. Sector Agricultura: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.	277
Tabla 5-2. Sector Agricultura: total de GEI por categoría (kt CO ₂ eq).....	280
Tabla 5-3. Sector Agricultura: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq).	282
Tabla 5-4. 3.A. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría animal (kt CO ₂ eq).	287
Tabla 5-5. 3.A. Fermentación entérica: Metodología empleada para estimar emisiones.....	289
Tabla 5-6. 3.A. Fermentación entérica: datos de actividad por fuente de GEI (Cabezas de ganado).....	289
Tabla 5-7. 3.A. Fermentación entérica: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	290
Tabla 5-8. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 3.A. Fermentación entérica.	291
Tabla 5-9. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto.	294
Tabla 5-10. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.	295
Tabla 5-11. 3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría animal (kt CO ₂ eq).	297
Tabla 5-12. 3.B. Gestión del estiércol: Metodología empleada para estimar emisiones.	298
Tabla 5-13. 3.B. Gestión del estiércol: datos de actividad por fuente de GEI y subcategoría (cabezas de ganado.año ⁻¹).	299
Tabla 5-14. 3.B. Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	300
Tabla 5-15. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.B. Gestión de estiércol.....	302
Tabla 5-16. 3.B. Gestión del estiércol: Plan de mejora propuesto.	304
Tabla 5-17. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.	305
Tabla 5-18. 3.C. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	307
Tabla 5-19. 3.C. Cultivo de arroz: Metodología empleada para estimar emisiones.	308
Tabla 5-20. 3.C. Cultivo de arroz: datos de actividad por fuente de GEI (Hectáreas).....	309
Tabla 5-21. 3.C. Cultivo de arroz: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.....	311
Tabla 5-22. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.C. Cultivo de arroz.	312
Tabla 5-23. 3.C. Cultivo de arroz: Plan de mejora propuesto.....	314
Tabla 5-24. 3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	316
Tabla 5-25. 3.D. Suelos agrícolas: Metodología empleada para estimar emisiones.	318
Tabla 5-26. 3.D. Suelos agrícolas: datos de actividad por fuente de GEI (Kg.N.año ⁻¹).....	320
Tabla 5-27. 3.D. Suelos agrícolas: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	321
Tabla 5-28. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.D. Suelos agrícolas.	322
Tabla 5-29. 3.D. Suelos agrícolas: Plan de mejora propuesto.	324
Tabla 5-30. 3.D. Suelos agrícolas: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.	325
Tabla 5-31. 3.E. Quema prescrita de sabanas: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.	326
Tabla 5-32. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	327
Tabla 5-33. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Metodología empleada para estimar emisiones.....	328
Tabla 5-34. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: datos de actividad por fuente de GEI (Ha.quemadas.año ⁻¹).	329
Tabla 5-35. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.....	330
Tabla 5-36. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas.	331
Tabla 5-37. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Plan de mejora propuesto.....	332
Tabla 5-38. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.	332
Tabla 5-39. 3.G. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).....	334
Tabla 5-40. 3.G. Encalado: Metodología empleada para estimar emisiones.	335
Tabla 5-41. 3.G. Encalado: datos de actividad por fuente de GEI (t.año ⁻¹).....	335
Tabla 5-42. 3.G. Encalado: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	336
Tabla 5-43. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.G. Encalado.....	337
Tabla 5-44. 3.G. Encalado: Plan de mejora propuesto.	339
Tabla 5-45. 3.H. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).....	340
Tabla 5-46. 3.H. Aplicación de urea: Metodología empleada para estimar emisiones.	341
Tabla 5-47. 3.H. Aplicación de urea: nombre del dato de actividad (t.año).....	342
Tabla 5-48. 3.H. Aplicación de urea: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	343
Tabla 5-49. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.H. Aplicación de Urea.	344
Tabla 5-50. 3.H. Aplicación de urea: Plan de mejora propuesto.	345
Tabla 6-1. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.	351
Tabla 6-2. Sector UTCUTS: total neto de GEI por categoría (kt CO ₂ eq).....	353
Tabla 6-3. Sector UTCUTS: total neto por cada GEI (kt CO ₂ eq).	356

Tabla 6-4. Metodología empleada para estimar emisiones en UTCUTS.	359
Tabla 6-5. Matriz de representación coherente de la tierra para la serie temporal 1990-2022.	368
Tabla 6-6. 4.A. Tierras forestales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	376
Tabla 6-7. 4.A. Tierras forestales: Metodología empleada para estimar emisiones.	379
Tabla 6-8. 4.A. Tierras forestales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (kilo hectáreas).	381
Tabla 6-9. 4.A. Tierras forestales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	384
Tabla 6-10. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.A. Tierras forestales.	387
Tabla 6-11. 4.A. Tierras forestales: Plan de mejora propuesto.	390
Tabla 6-12. 4.B. Tierras de cultivo: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	392
Tabla 6-13. 4.B. Tierras de cultivo: Metodología empleada para estimar emisiones.	395
Tabla 6-14. 4.B. Tierras de cultivo: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).	397
Tabla 6-15. 4.B. Tierras de cultivo: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	400
Tabla 6-16. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.B. Tierras de cultivo.	403
Tabla 6-17. 4.B. Tierras de cultivo: Plan de mejora propuesto.	407
Tabla 6-18. 4.C. Pastizales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	409
Tabla 6-19. 4.C. Pastizales: Metodología empleada para estimar emisiones.	411
Tabla 6-20. 4.C. Pastizales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).	413
Tabla 6-21. 4.C. Pastizales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	416
Tabla 6-22. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.C. Pastizales.	418
Tabla 6-23. Categoría 4.C. Pastizales: Plan de mejora propuesto.	421
Tabla 6-24. 4.D. Humedales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	423
Tabla 6-25. 4.D. Humedales: Metodología empleada para estimar emisiones.	425
Tabla 6-26. 4.D. Humedales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).	427
Tabla 6-27. 4.D. Humedales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	429
Tabla 6-28. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.D. Humedales.	431
Tabla 6-29. 4.D. Humedales: Plan de mejora propuesto.	433
Tabla 6-30. 4.E. Asentamientos: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	435
Tabla 6-31. 4.E. Asentamientos: Metodología empleada para estimar emisiones.	438
Tabla 6-32. 4.E. Asentamientos: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).	440
Tabla 6-33. 4.E. Asentamientos: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	442
Tabla 6-34. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.E. Asentamientos.	443
Tabla 6-35. 4.E. Asentamientos: Plan de mejora propuesto.	445
Tabla 6-36. 4.F. Otras tierras: Plan de mejora propuesto.	446
Tabla 6-37. 4.G. Productos de la madera recolectada: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	448
Tabla 6-38. 4.G. Productos de madera recolectada: Metodología empleada para estimar emisiones.	450
Tabla 6-39. 4.G. Productos de la madera recolectada: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI productos semiterminados (m ³ - ton).	452
Tabla 6-40. 4.G. Productos de madera recolectada: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	453
Tabla 6-41. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada.	454
Tabla 6-42. 4.G. Productos de la madera recolectada: Plan de mejora propuesto.	456
Tabla 6-43. 4(IV). Quema de biomasa: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	458
Tabla 6-44. 4(IV). Quema de biomasa: Metodología empleada para estimar emisiones.	459
Tabla 6-45. 4(IV). Quema de biomasa: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo Hectáreas).	460
Tabla 6-46. 4(IV). Quema de biomasa: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.	462
Tabla 6-47. Resultados de incertidumbre para la categoría 4(IV) Quema de biomasa.	464
Tabla 6-48. 4(IV). Quema de biomasa: Plan de mejora propuesto.	467
Tabla 7-1. Sector Residuos: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.	472
Tabla 7-2. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO ₂ eq).	473
Tabla 7-3. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq).	475
Tabla 7-4. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	478
Tabla 7-5. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: aspectos metodológicos.	480
Tabla 7-6. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: datos de actividad por fuente de GEI.	481
Tabla 7-7. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	483
Tabla 7-8. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 5.A. Disposición de residuos sólidos.	484
Tabla 7-9. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Plan de mejora propuesto.	486
Tabla 7-10. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	486
Tabla 7-11. 5.B. Tratamiento biológico de residuos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.	487
Tabla 7-12. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	489
Tabla 7-13. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: aspectos metodológicos.	491

Tabla 7-14. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: datos de actividad por fuente de GEI.	492
Tabla 7-15. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: factores de emisión para CO ₂	493
Tabla 7-16. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.	493
Tabla 7-17. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de residuos.	494
Tabla 7-18. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: Plan de mejora propuesto.	497
Tabla 7-19. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: Plan de mejora propuesto categorías no estimadas.	497
Tabla 7-20. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq).	499
Tabla 7-21. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: aspectos metodológicos.	501
Tabla 7-22. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: datos de actividad por fuente de GEI.	502
Tabla 7-23. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por fuente de GEI (t.año).	503
Tabla 7-24. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por sector industrial.	503
Tabla 7-25. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por fuente de GEI (kg COD.año).	505
Tabla 7-26. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: factores de emisión aplicados por fuente de CH ₄	506
Tabla 7-27. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de N ₂ O.	506
Tabla 7-28. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: factores de emisión aplicados por fuente de CH ₄	507
Tabla 7-29. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 5.D.1. Aguas residuales domésticas y 5.D.2. Aguas residuales industriales.	508
Tabla 7-30. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: Plan de mejora propuesto.	511
Tabla 9-1. Resumen de los nuevos cálculos realizados en el inventario nacional de GEI de (país).	519
Tabla 9-2. Resumen de la diferencia en las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual por sector (kt CO₂ eq).	521
Tabla 9-3. Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2022.	521
Tabla 9-4. Resumen de las áreas susceptibles de mejora identificadas y su abordaje por parte del país.	524
Tabla 9-5. Resumen de las disposiciones de flexibilidad utilizadas.	528

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Ciclo de preparación del INGEI en Honduras.	76
Figura 1-2. Diagrama de la estructura del sistema nacional de inventarios de Honduras	79
Figura 1-3. Diagrama del flujo de la información entre los conjuntos de dato	84
Figura 1-4. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre de los sectores en el año 2022.	124
Figura 1-5. Análisis de impacto en la incertidumbre para los sectores en el año 2022.	125
Figura 2-1. Contribución de sectores a las emisiones excluyendo UTCUTS (2022).	133
Figura 2-2. Contribución de sectores a las emisiones incluyendo UTCUTS (2022).	135
Figura 2-3. Tendencia de emisiones por sector incluyendo el sector UTCUTS (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	141
Figura 2-4. Tendencia de emisiones por sector excluyendo el sector UTCUTS (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	143
Figura 2-5. Tendencia de emisiones del sector Energía por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	145
Figura 2-6. Tendencia de emisiones del sector PIUP por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	146
Figura 2-7. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	148
Figura 2-8. Tendencia de emisiones del sector UTCUTS por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	150
Figura 2-9. Tendencia de emisiones del sector Residuos por categoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹) (1990 -2022).	152
Figura 2-10. Tendencia agregada de las emisiones netas incluyendo UTCUTS.	154
Figura 2-11. Tendencia de emisiones por cada GEI incluyendo UTCUTS (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	155
Figura 2-12. Contribución de sectores en los GEI incluyendo UTCUTS (2022).	156
Figura 2-13. Tendencia de emisiones por cada GEI incluyendo UTCUTS (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	157
Figura 2-14. Contribución de sectores en los GEI (2022). Datos excluyendo UTCUTS.	158
Figura 2-15. Tendencia de las emisiones de CO ₂ desagregando por categoría o subcategoría.	160
Figura 2-16. Tendencia de las emisiones de CH ₄ desagregando por categoría o subcategoría.	163
Figura 2-17. Tendencia de las emisiones de N ₂ O desagregando por categoría o subcategoría.	166
Figura 2-18. Tendencia de las emisiones de HFC desagregando por tipo de gas.	167
Figura 2-19. Emisiones de COVDM (kt).	168
Figura 3-1. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	176
Figura 3-2. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	177
Figura 3-3. 1.A. Actividades de quema de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	180
Figura 3-4. Comparación entre métodos: emisiones de CO ₂ del método sectorial y de referencia. (kt CO ₂ eq.año ⁻¹ y diferencia porcentual).	187
Figura 3-5. Combustibles internacionales: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	191
Figura 3-6. 1.A.1. Industrias de la Energía: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	195
Figura 3-7. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	203
Figura 3-8. 1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	211
Figura 3-9. 1.A.4. Otros Sectores: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	218
Figura 3-10. 1.A. Energía: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	225
Figura 4-1. Valor agregado bruto de la industria manufacturera en Honduras	234
Figura 4-2. Sector PIUP: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	240
Figura 4-3. Sector PIUP: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	242
Figura 4-4. Sector PIUP: emisiones por COVDM (ktaño ⁻¹)	243
Figura 4-5. 2.A. Industria de los minerales: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	245
Figura 4-6. 2.A. Industria de los minerales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	251
Figura 4-7. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	254
Figura 4-8. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	259
Figura 4-9. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	262
Figura 4-10. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	267

Figura 4-11. 2.H. Otros: total de COVDM (kt COVDM).....	270
Figura 5-1. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (kt CO ₂ eq).	280
Figura 5-2. Sector Agricultura: Participación promedio histórica por categoría (%), 1990-2022.	281
Figura 5-3. Sector Agricultura: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq).	283
Figura 5-4. 3.A. Fermentación entérica: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	288
Figura 5-5. 3.A. Fermentación entérica: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	293
Figura 5-6. 3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).....	298
Figura 5-7. 3.B. Gestión del estiércol: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	304
Figura 5-8. 3.C. Cultivo de arroz: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	308
Figura 5-9. 3.C. Cultivo de arroz: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	314
Figura 5-10. 3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).....	318
Figura 5-11. 3. D. Suelos agrícolas: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	324
Figura 5-12. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).	328
Figura 5-13. 3.G. Encalado: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq).....	334
Figura 5-14. 3.G.3. Encalado: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	339
Figura 5-15. 3.H. Aplicación de urea: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	341
Figura 5-16. 3.H. Aplicación de urea: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	345
Figura 6-1. Sector UTCUTS: total neto por cada subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	355
Figura 6-2. Sector UTCUTS: Porcentaje promedio de GEI por categoría, 1990-2022.	355
Figura 6-3. Sector UTCUTS: total neto por cada GEI (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	357
Figura 6-4. 4.A. Tierras forestales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	378
Figura 6-5. 4.A. Tierras forestales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq).	389
Figura 6-6. 4.B. Tierras de cultivo: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	394
Figura 6-7. 4.B. Tierras de cultivo: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	406
Figura 6-8. 4.C. Pastizales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	410
Figura 6-9. 4.C. Pastizales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	421
Figura 6-10. 4.D. Humedales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	424
Figura 6-11. 4.D. Humedales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	433
Figura 6-12. 4.E. Asentamientos: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	437
Figura 6-13. 4.E. Asentamientos: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	445
Figura 6-14. 4.G. Productos de la madera recolectada: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	449
Figura 6-15. 4(IV). Quema de biomasa: total neto de GEI por subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	459
Figura 6-16. 4(IV). Quema de biomasa: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	467
Figura 7-1. Sector Residuos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	474
Figura 7-2. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	476
Figura 7-3. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	479
Figura 7-4. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	485
Figura 7-5. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	490
Figura 7-6. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: total de GEI por fuente (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	500
Figura 7-7. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	510
Figura 9-1. Emisiones netas en BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	516
Figura 9-2. Emisiones netas del Sector Energía en BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).....	517
Figura 9-3. Emisiones netas del Sector PIUP en BUR2 y BTR1 (kt CO ₂ eq.año ⁻¹).	517
Figura 9-4. Emisiones netas del Sector Agricultura en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).	518
Figura 9-5. Emisiones netas del Sector UTCUTS en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).....	518
Figura 9-6. Emisiones netas del Sector Residuos en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).	519
Figura A-1. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector energía en el año 2022.	535
Figura A-2. Análisis de impacto en la incertidumbre para el sector energía para el año 2022.	536
Figura A-3. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector PIUP en el año 2022.	537
Figura A-4. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector PIUP en el año 2022.	538
Figura A-5. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector agricultura en el año 2022.	539
Figura A-6. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector agricultura en el año 2022.	540
Figura A-7. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector UTCUTS absorciones en el año 2022.	541
Figura A-8. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector UTCUTS absorciones en el año 2022.	542
Figura A-9. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector UTCUTS emisiones en el año 2022.	542
Figura A-10. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector UTCUTS emisiones en el año 2022.	543

Figura A-11. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector Residuos en el año 2022.	544
Figura A-12. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector Residuos en el año 2022.	545

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AMHON	Asociación de Municipios de Honduras
AC/CC	Aseguramiento de la calidad y control de la calidad
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
BCH	Banco Central de Honduras
BTR	Informe bienal de transparencia
C	Confidencial (clave de notación)
CESCCO	Centro de Estudios y Control de Contaminantes
CBIT-GSP	Iniciativa de Fomento de la Capacidad para la Transparencia y Programa de Apoyo Global o Capacity Building Initiative for Transparency – Global Support Programme en inglés
CEO	Collect Earth Online
CfRN	Coalición de naciones con bosques tropicales
CH₄	Metano
CMA	Conferencia de las Partes que actúa como reunión de las Partes del Acuerdo de París
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO	Monóxido de carbono
CO₂	Dióxido de carbono
CO₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
CRT	Cuadros comunes para la presentación de información
D	Valor por defecto para los factores de emisión
DGA	Dirección de Gestión Ambiental
DGR	Dirección General de Residuos
DOC	Fracción degradable orgánica
FOD	First Order Decay
IPCC	Panel intergubernamental de expertos en cambio climático (por sus siglas en inglés)
ENF	Evaluación Nacional Forestal
ENFB	Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
FAOSTAT	Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones

	Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (por sus siglas en inglés)
FE	Factor de emisión
FIRMS	Fire Information for Resource Management System (Sistema de información sobre incendios para la gestión de recursos)
GEE	Google Earth Engine
GEI	Gases de efecto invernadero
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite (Satélite Geoestacionario Operacional Ambiental)
HFC	Hidrofluorocarbonos
HWP	Harvested Wood Products (productos de madera recolectada)
ICF	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
IE	Incluida en otra parte (clave de notación)
INE	Instituto Nacional de Estadística de Honduras
INF	Inventario Nacional Forestal
INHGEOMIN	Instituto Hondureño de Geología y Minas
IPCC	Panel intergubernamental de expertos en cambio climático (por sus siglas en inglés)
Kt	Kilotonelada o gigagramo
LuA app	Land use Assesment App (aplicación para evaluación del uso del suelo)
MRT	Marco reforzado de transparencia
MiAmbiente	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas
MODIS	Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (Espectrorradiómetro de imágenes de media resolución)
MOM	Materia orgánica muerta
MPG	Modalidades, procedimiento y directrices del marco de transparencia del Acuerdo de París
MRV	Monitoreo, reporte y verificación
N₂O	Óxido nitroso
NA	No aplica (clave de notación)
NDC	Contribución determinada a nivel nacional
NE	No estimado (clave de notación)
NF₃	Trifluoruro de nitrógeno
NID	Documento del inventario nacional
NIR	Informe del inventario nacional
NREF	Nivel de referencia de emisiones forestales
NO	No ocurre (clave de notación)
NO_x	Óxidos de nitrógeno
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

PCA	Potencial de calentamiento atmosférico
PFC	Perfluorocarbonos
PIB	Producto interno bruto
PMR	Productos de madera recolectada
PNI	Plan Nacional de Implementación de convenio de Estocolmo
PCS	Poderes caloríficos superiores
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
RE	Resumen ejecutivo
REDD+	Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques
RedINGEI	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SEN	Secretaría de Energía de Honduras
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SERVIR	Programa conjunto de USAID y NASA
SF₆	Hexafluoruro de azufre
SINIT	Sistema Nacional de Información Territorial
SNMCC	Sistema Nacional de Monitoreo de Cambio Climático
SO_x	Óxidos de azufre
Swds	Sitios de eliminación final
TJ	Terajulios
UM	Unidades de Muestreo
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (sector)
UTOH	Unidad técnica de ozono de Honduras
VCN	Valores calóricos netos



☆☆☆H
Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente
Gobierno de la República

RESUMEN EJECUTIVO



SERNA



RE.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático

1.1. Inventarios nacionales de GEI y el cambio climático

El cambio climático representa uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible y la estabilidad ambiental a nivel global. La evidencia científica consolidada por el IPCC demuestra que el sistema climático está experimentando alteraciones persistentes en sus patrones de temperatura, precipitación y variabilidad, impulsadas por el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de actividades humanas. El aumento del calentamiento global estimado en alrededor de 1.1 °C para el periodo 2011–2020 respecto a la era preindustrial confirma la necesidad urgente de fortalecer la acción climática a escala nacional y global.

En este contexto, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París establecen los marcos normativos que orientan los esfuerzos internacionales para mitigar las emisiones y aumentar la resiliencia de los países frente a los efectos del cambio climático. El Acuerdo de París, en particular, exige a sus Partes mejorar de forma progresiva sus compromisos climáticos y fortalecer los sistemas de transparencia. Honduras forma parte de este esfuerzo internacional, habiendo ratificado el Acuerdo y presentado sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).

En cumplimiento de estos compromisos, el Inventario Nacional de GEI constituye una herramienta esencial para cuantificar las emisiones por fuentes y las absorciones por sumideros, evaluar tendencias históricas y orientar la formulación de políticas sectoriales alineadas con los objetivos nacionales de desarrollo y con el Marco Reforzado de Transparencia (MRT). El inventario permite, además, identificar sectores prioritarios para la mitigación, fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia y contribuir al seguimiento del desempeño climático del país frente a sus metas establecidas.

El presente NID responde a lo establecido en el Artículo 4 del Acuerdo de París y a las decisiones de la CMA, proporcionando a la CMNUCC una estimación actualizada, transparente y consistente de los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal. Con ello, Honduras reafirma su compromiso con la transparencia climática y con la construcción de trayectorias de desarrollo bajas en emisiones y resilientes al clima.

1.2. Circunstancias nacionales y arreglos institucionales

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Honduras se desarrolla bajo la coordinación de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), adscrita a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), entidad responsable de articular el flujo de información entre los sectores y garantizar la aplicación de las metodologías del IPCC. La DNCC actúa como punto focal técnico del país, gestionando solicitudes de datos, coordinando la revisión sectorial y aprobando los insumos que conforman el inventario.

El sistema nacional opera mediante un esquema interinstitucional en el que participan organismos públicos, privados y generadores de estadísticas clave energía, industria, agricultura, uso del suelo y residuos que suministran datos históricos, registros administrativos y nueva información para categorías no estimadas previamente. Este proceso incluye la verificación, validación y consolidación conjunta de la información, mediante reuniones técnicas con expertos y entidades sectoriales, con el fin de asegurar consistencia, trazabilidad y representatividad de los datos utilizados.

La estructura institucional del INGEl se organiza en tres componentes:

DNCC como ente coordinador, responsable del enlace sectorial, la consolidación de insumos, la supervisión metodológica y la aprobación técnica del inventario.

Entidades sectoriales proveedoras de datos, que suministran estadísticas de actividad, información técnica y validación de resultados preliminares para asegurar coherencia con las realidades productivas y ambientales del país.

Equipo técnico consultor nacional e internacional, encargado de procesar los datos, aplicar las metodologías del IPCC, desarrollar los cálculos de emisiones y remociones y preparar los capítulos sectoriales.

En apoyo a esta estructura, Honduras ha establecido el Sistema Nacional de Inventarios de GEI (SINGEI), ahora integrado dentro del Sistema Nacional de Monitoreo de Cambio Climático (SNMCC), lo que permite consolidar mecanismos nacionales de recopilación, almacenamiento, control de calidad, trazabilidad y reporte. Este marco contribuye a fortalecer el cumplimiento de los compromisos internacionales del país y a proporcionar una plataforma estable para la planificación de medidas de mitigación.

El proceso de elaboración del inventario se organiza en seis fases interdependientes: alistamiento, recopilación de datos, cálculos preliminares, validación sectorial, compilación final y archivo. Estas fases aseguran un flujo sistemático y continuo de información, apoyado por procedimientos de AC/CC transversales y un sistema de archivo nacional digital basado en Whimsical y respaldado en OneDrive, que garantiza trazabilidad y conservación del acervo documental.

En conjunto, esta estructura institucional representada en el diagrama del sistema nacional del inventario permite que Honduras cuente con un sistema ordenado, transparente y técnicamente sólido para la generación de inventarios periódicos y consistentes, esenciales para el Marco Reforzado de Transparencia y para la toma de decisiones climáticas a nivel nacional.

1.3. Metodologías, métodos y fuentes de información

El Inventario Nacional de GEI de Honduras fue desarrollado siguiendo las disposiciones de las Decisiones 5/CMA.3 y 18/CMA.1 y aplicando las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019. El inventario cubre la serie 1990 – 2022 e incorpora los gases CO₂, CH₄, N₂O, HFC y COVDM, estimados conforme a los cinco sectores metodológicos del IPCC.

La mayor parte de las categorías se cuantificaron mediante metodologías de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto, un enfoque consistente con la disponibilidad de información nacional, la necesidad de mantener homogeneidad temporal y la comparabilidad internacional. Cuando la calidad de los datos lo permitió, particularmente en los sectores UTCUTS y Residuos, se aplicaron metodologías de Nivel 2, empleando factores derivados del Inventario Nacional Forestal y parámetros nacionales para el modelo FOD, lo que permitió mejorar la precisión de las estimaciones sectoriales.

El inventario se sustentó en múltiples fuentes oficiales de datos de actividad, entre ellas: SERNA, Secretaría de Energía de Honduras (SEN), Banco Central de Honduras (BCH), Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN), Unidad Técnica de Ozono de Honduras (UTOH), Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) e Instituto Nacional de Estadística (INE). Cuando las series históricas presentaron vacíos, se aplicaron técnicas de interpolación, extrapolación y reconstrucción estadística para garantizar la continuidad y coherencia metodológica de toda la serie.

En cuanto a los factores de emisión, Honduras utilizó principalmente los valores por defecto del IPCC 2006/2019, conforme a lo recomendado cuando no existen estudios nacionales o bases de datos específicas. No obstante, en UTCUTS y en la categoría 5.A de Residuos se integraron factores y parámetros nacionales, lo cual fortaleció la representatividad del inventario al reflejar con mayor precisión la dinámica del carbono y la descomposición de residuos en el contexto hondureño. Este enfoque mixto factores nacionales cuando es posible y factores por defecto cuando la información es limitada maximiza la cobertura, asegura consistencia con las directrices internacionales y mejora la calidad técnica del inventario.

Asimismo, Honduras implementó las claves de notación establecidas en el párrafo 31 de la Decisión 18/CMA.1 (NO, NE, NA, IE), garantizando transparencia respecto a la disponibilidad de datos, las categorías no estimadas y las emisiones incluidas en otras partes del inventario. En el sector PIUP se aplicó la flexibilidad del párrafo 48, reportando únicamente los gases para los cuales existe información adecuada, clasificando SF₆ como NE.

Con este marco metodológico y de datos, Honduras presenta un inventario transparente, coherente y técnicamente robusto, adecuado para el análisis de tendencias, la planificación climática y el cumplimiento del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

1.4. Plan de AC/CC y su aplicación

El Inventario Nacional de GEI de Honduras incorpora un conjunto de procedimientos de aseguramiento y control de calidad que respaldan la solidez técnica de las estimaciones reportadas. Estos procedimientos se aplicaron de manera transversal a todos los sectores, siguiendo las orientaciones del IPCC 2006 y adaptándose a las flexibilidades permitidas por la decisión 18/CMA.1.

El control de calidad fue ejecutado por consultores nacionales y especialistas internacionales, quienes verificaron la coherencia de datos de actividad, factores de emisión, métodos de cálculo y consistencia temporal de la serie 1990 - 2022. Además, se documentaron exhaustivamente las decisiones metodológicas, se revisaron tendencias sectoriales y se validaron los resultados frente a fuentes externas y estimaciones previas.

Aunque Honduras aún no cuenta con un plan formal de aseguramiento de calidad, se aplicaron revisiones independientes que permitieron evaluar la robustez del inventario, detectar oportunidades de mejora y asegurar el cumplimiento de los requisitos del Marco Reforzado de Transparencia. Este proceso, coordinado por la autoridad nacional responsable del inventario, contribuye directamente a la precisión y trazabilidad de los resultados, fortaleciendo su uso en reportes oficiales y en la toma de decisiones del país.

1.5. Evaluación general de la incertidumbre

El análisis de incertidumbre del inventario nacional permitió identificar el nivel de confianza de las estimaciones reportadas y reconocer los sectores donde la calidad de los datos requiere fortalecimiento. Los resultados muestran que la magnitud de la incertidumbre varía ampliamente entre categorías, con rangos que van desde 5 % hasta 220 %, reflejando diferencias en la disponibilidad, consistencia y detalle de la información utilizada para el cálculo de emisiones.

En el caso de los datos de actividad, la ausencia de evaluaciones previas obligó a emplear rangos definidos mediante juicio experto, considerando la completitud de los registros sectoriales, la confiabilidad de las fuentes y las orientaciones de las directrices del IPCC. Esto permitió establecer valores más bajos de incertidumbre para categorías con información robusta y rangos más amplios para aquellas con vacíos, inconsistencias o escasa desagregación. Para facilitar el análisis comparativo, las incertidumbres superiores a 100 % se representaron como intervalos simétricos de ± 100 %, lo cual no afecta la interpretación de los resultados finales.

Todos los factores de emisión utilizados se basaron en valores recomendados por el IPCC, lo que aporta un nivel de referencia consistente para las estimaciones. Cuando fue necesario, se aplicaron rangos orientativos sugeridos por las propias directrices. La combinación de incertidumbres permitió obtener una estimación integrada para el inventario de 2022, confirmando que los sectores con mayores niveles de variabilidad son aquellos donde persisten brechas de información, especialmente en Agricultura, Residuos y algunas categorías de UTCUTS. Estos resultados sirven como línea base para priorizar esfuerzos y orientar la hoja de ruta del país hacia estimaciones más precisas y comparables en futuros ciclos de reporte.

1.6. Evaluación general de la exhaustividad

El inventario nacional de Honduras incorpora las categorías de fuentes y sumideros establecidas por las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019, describiendo con

claridad qué se estima, qué no se estima y por qué. Cuando alguna categoría no cuenta con información suficiente para su cuantificación, su ausencia se documenta junto con la justificación correspondiente y las acciones previstas para su futura inclusión.

El inventario reporta CO₂, CH₄, N₂O y los HFC para los cuales el país dispone de datos confiables, aplicando las flexibilidades permitidas para países en desarrollo. Asimismo, se identifica explícitamente qué fuentes están incluidas en otras partes del inventario, así como el alcance geográfico considerado.

Con este enfoque, Honduras asegura transparencia en la presentación de resultados y una clara delimitación de las brechas de información que deberán atenderse en los siguientes ciclos de estimación.

1.7. Sistemas de medición

Honduras reporta sus emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en unidades de CO₂ equivalente, aplicando el potencial de calentamiento global a 100 años recomendado por el IPCC en su Quinto Informe de Evaluación. Este enfoque permite comparar gases con distinto impacto climático bajo una misma métrica. Para ello, se utilizaron los PCG del AR5, donde el CO₂ tiene un valor de referencia de 1, mientras que gases como el CH₄ y el N₂O poseen impactos 28 y 265 veces mayores, respectivamente. También se incluyeron los valores correspondientes a los principales hidrofluorocarbonos reportados por el país. Este sistema asegura coherencia con las directrices internacionales y garantiza la comparabilidad de los resultados del inventario

1.8. Resumen de la flexibilidad aplicada

Honduras hizo uso de disposiciones de flexibilidad previstas en las MPG con el fin de garantizar un reporte transparente y consistente, reconociendo las limitaciones actuales en materia de información y capacidades técnicas. Estas flexibilidades permiten al país avanzar en la consolidación de su inventario mientras fortalece progresivamente los sistemas necesarios para cumplir con los estándares internacionales.

Las principales necesidades de flexibilidad se relacionan con la falta de datos para estimar emisiones de ciertos gases como SF₆ y con la ausencia de un protocolo nacional de aseguramiento y control de calidad (AC/CC). Ambas limitaciones responden a brechas estructurales en los sistemas de información sectorial y a la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales. Honduras estima que, con apoyo técnico y el desarrollo de mecanismos de recolección de datos más robustos, estas áreas podrán mejorar en los próximos ciclos de reporte.



RE.2. Resumen de las tendencias de las emisiones y absorciones nacionales

2.1. Tendencia agregada de las emisiones y absorciones de GEI

El análisis de la serie 1990-2022 evidencia un crecimiento sostenido de las emisiones nacionales de GEI. Excluyendo UTCUTS, las emisiones casi se duplican en el periodo, pasando de 11,813.66 kt CO₂ eq en 1990 a 23,735.79 kt CO₂ eq en 2022, incremento asociado principalmente al sector Energía, cuyas emisiones aumentaron 168.75 % impulsadas por la demanda de combustibles para transporte, la generación eléctrica y el crecimiento industrial. Agricultura mantiene una contribución elevada de 8,285.61 kt CO₂ eq en 2022 aunque con una variación más moderada en la serie (29.07 %). PIUP muestra un ascenso marcado, con un aumento de 426.07 %, vinculado al proceso de calcinación en la producción de Clinker en el cemento y por el uso de HFC en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. El sector Residuos también refleja un crecimiento significativo 165.94 %, coherente con el aumento poblacional, la urbanización y las limitaciones en infraestructura de manejo.

Al incorporar UTCUTS, el país presenta emisiones netas de 20,627.10 kt CO₂ eq en 2022. Aunque en los primeros años Honduras actuaba como un sumidero relevante con absorciones de -21,269.71 kt CO₂ eq en 1990, la capacidad de captura disminuye progresivamente debido a la deforestación y los cambios de uso del suelo. El país deja de

ser sumidero neto en 2014 y desde entonces contabiliza emisiones netas positivas. En 2022, las absorciones del sector UTCUTS (-3,108.69 kt CO₂ eq) solo compensan parcialmente las emisiones brutas, representando una reducción limitada frente a las magnitudes registradas en décadas anteriores.

2.2. Tendencia de las emisiones y absorciones por sector y GEI

La evolución de las emisiones y absorciones de GEI en Honduras entre 1990 y 2022 muestra un cambio estructural en el comportamiento del inventario nacional. En 1990 el país actuaba como un sumidero neto importante debido a las altas absorciones registradas en el sector UTCUTS, lo que generaba un balance nacional de -21,269.71 kt CO₂ eq. Con el paso del tiempo, la capacidad de remoción neta disminuyó de manera sostenida y Honduras pasó a convertirse en emisor neto a mediados de la década de 2010. Para 2022, el inventario estima emisiones netas de 20,627.10 kt CO₂ eq, resultado del incremento constante de las fuentes emisoras y de la reducción significativa del potencial capturador del sector UTCUTS.

Los sectores Energía, PIUP, Agricultura y Residuos presentan aumentos notorios en sus emisiones respecto a 1990. Energía registra un crecimiento de 168.75 %, impulsado por la expansión del transporte y el consumo de combustibles fósiles en la generación eléctrica. PIUP aumenta 426.07 %, explicado principalmente por el proceso de calcinación en la producción de Clinker en el cemento y por el uso de HFC en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Residuos incrementa sus emisiones en 165.94 %, coherente con el aumento de la generación de residuos sólidos y aguas residuales. Agricultura muestra una variación más moderada, con un crecimiento de 29.07 %, aunque mantiene una contribución alta dentro del total nacional.

Excluyendo UTCUTS, las emisiones nacionales casi se duplican en el periodo analizado, pasando de 11,813.66 kt CO₂ eq en 1990 a 23,735.79 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un aumento de 100.92%. Este comportamiento se acentúa en los años recientes: entre 2020 y 2022 las emisiones crecieron 10.49 %, impulsadas por la recuperación económica y el aumento de la demanda energética posterior a la pandemia.

En conjunto, la tendencia evidencia que el crecimiento sostenido de las emisiones en Energía, Agricultura, PIUP y Residuos, sumado a la reducción del potencial de absorción del sector UTCUTS, determinan el patrón ascendente del inventario y explican la transición de Honduras de sumidero a emisor neto.

2.3. Tendencia de las emisiones de los gases precursores

Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), estimadas en el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP), muestran un incremento sostenido a lo largo de la serie 1990 - 2022. Los valores pasan de 1.00 kt en 1990 a 3.43 kt en 2022, lo que refleja un aumento de 243 % en el periodo. El crecimiento es particularmente notable después de 2005, impulsado por la expansión continua de la industria de alimentos y bebidas, principal fuente de estas emisiones.

La única reducción observable ocurre en 2020, año en el que las emisiones descienden a 3.13 kt debido a la contracción económica asociada a la pandemia de COVID-19. No obstante, la recuperación del sector permitió que las emisiones retomaran su tendencia ascendente a partir de 2021. En conjunto, esta evolución confirma que el aumento de la actividad agroindustrial es el principal motor del crecimiento de los COVDM en Honduras.



RE.3. Panorama general de las emisiones y absorciones por sector

3.1. Energía (CRT 1)

3.1.1. Panorama general del sector

El sector Energía continúa siendo el principal emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en Honduras, reflejando la alta dependencia del país de combustibles fósiles importados principalmente diésel, fuelóleo y GLP en ausencia de actividades nacionales de extracción o transformación. Como resultado, la totalidad de las emisiones del sector proviene de la

combustión de combustibles (categoría 1.A.), mientras que las emisiones fugitivas (1.B.) se reportan como *No estimadas* y las actividades de transporte y almacenamiento de CO₂ (1.C.) como *No ocurre*.

Los resultados del inventario evidencian que la categoría 1.A.3. Transporte es la mayor fuente emisora dentro del sector, impulsada por el constante crecimiento del parque automotor y la intensificación del transporte terrestre. Esta categoría concentra la mayor proporción de CO₂, CH₄ y N₂O reportados, mostrando una tendencia ascendente en los últimos años.

En segundo lugar, se ubica Industrias de la Energía (1.A.1.), donde la generación eléctrica termoeléctrica continúa demandando volúmenes significativos de diésel y fuelóleo. A pesar del avance progresivo de fuentes renovables como la hidroenergía, solar y eólica, las plantas térmicas mantienen un rol estructural en la oferta energética nacional, lo que se refleja en aumentos graduales de emisiones en esta categoría.

Las emisiones asociadas a Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) muestran una contribución intermedia y relativamente estable, vinculada al uso de combustibles para procesos térmicos y equipos móviles. Por su parte, Otros sectores (1.A.4.) hogares y comercio representan la menor proporción de emisiones, con variaciones moderadas asociadas a la demanda de combustibles para cocción, calefacción y actividades comerciales.

Debido a la ausencia de factores país específicos sobre composición de combustibles y rendimiento tecnológico de los equipos de combustión, las estimaciones se realizaron aplicando factores por defecto del IPCC. Este contexto reafirma la necesidad de fortalecer los sistemas nacionales de información energética, mejorar la caracterización del parque tecnológico de combustión y avanzar hacia la generación de factores de emisión propios, con el fin de incrementar la precisión, coherencia y comparabilidad temporal del inventario.

En conjunto, los resultados del sector Energía muestran una tendencia general de crecimiento en las emisiones, impulsada por la expansión del transporte y la demanda energética nacional. Esta dinámica subraya la importancia estratégica del sector para

orientar medidas de mitigación, promover la transición hacia tecnologías más eficientes y acelerar la incorporación de energías limpias, elementos esenciales para el cumplimiento de las metas climáticas del país.

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

Las emisiones del sector Energía de Honduras, estimadas bajo las Directrices del IPCC 2006 y sus Refinamientos 2019, muestran un crecimiento sostenido durante el periodo 1990 - 2022, impulsado por el aumento en el consumo de combustibles fósiles en generación eléctrica, transporte e industria. Dado que el país no realiza actividades de extracción o transformación de combustibles, todas las emisiones se concentran en la categoría 1.A (quema de combustibles).

En 2022, las emisiones totales del sector alcanzaron 10,879.59 kt CO₂ eq, reflejando una recuperación completa posterior a la caída temporal observada en 2020 por efectos de la pandemia. Las subcategorías de mayor contribución fueron:



1.A.1 Producción de electricidad y calor: 3,109.79 kt CO₂ eq 28.58 % del total sectorial, mostrando un incremento sostenido asociado al uso de diésel y fuelóleo en plantas termoeléctricas, pese a la creciente participación de fuentes renovables.



1.A.3 Transporte: 4,776.56 kt CO₂ eq 43.90 % del sector, consolidándose como la mayor fuente emisora, impulsada por la expansión del parque vehicular y la demanda de transporte terrestre. Es la categoría que más ha crecido entre 1990 y 2022.



1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción: **1,771.60 kt CO₂ eq 16.28 %**, manteniendo una tendencia variable, pero con incrementos asociados al uso de combustibles en procesos térmicos y generación de energía para autoconsumo.



1.A.4 Otros sectores (residencial, comercial e institucional): **1,221.63 kt CO₂ eq 11.23 %**, mostrando incrementos moderados vinculados al uso de GLP y otros combustibles para cocción, calor y servicios energéticos.

Con respecto a la participación por gases, el CO₂ es dominante, alcanzando 10,313.12 kt CO₂ eq en 2022, equivalente al 94.79 % de las emisiones del sector. Este incremento que triplica los niveles de 1990 se relaciona principalmente con el uso de gasolina y diésel en transporte y combustibles fósiles en generación eléctrica.

Se emplearon los siguientes combustibles, los cuales fueron homologados de acuerdo con las directrices del IPCC.

Tabla RE.3-1. Combustibles empleados en el sector energía y su homologación IPCC

Combustible	IPCC
Carbón coque	Carbón Coque
Carbón Vegetal	Carbón vegetal
Fuel Oil	Fuelóleo residual
Diésel Oil	Gas / Diesel Oil
Gasolina	Gasolina
GLP	GLP
Jet Kerosene	Jet Kerosene
Leña	Madera /Desechos de madera
Biomasa, Bagazo	Otra biomasa sólida primaria
Querosene	Otro Kerosene
Avgas (Gasolina para la aviación)	Otro petróleo

*Nota: Los combustibles fueron tomados del Cuadro 2.2 Volumen: Energía

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

Las emisiones de CO₂ estimadas mediante el método de referencia muestran un crecimiento sostenido en Honduras durante la serie 1990 - 2022, impulsado por el aumento en la demanda energética y la fuerte dependencia del país de combustibles fósiles importados. Para 2022, las emisiones alcanzaron 8,659.53 kt CO₂, valor que refleja la ampliación del consumo de diésel y gasolina, especialmente en el sector transporte, así como la recuperación económica posterior a la pandemia. En comparación con 1990

(2,184.88 kt CO₂), las emisiones se incrementaron en más del 290.15 %, evidenciando un patrón de expansión continua del consumo energético nacional.

La evolución interanual revela variaciones ligadas a dinámicas económicas: descensos en 2020 por la emergencia sanitaria COVID-19 y aumentos marcados entre 2014 y 2016 por mayor uso de combustibles líquidos. Al comparar el método de referencia con el método sectorial, se identifican diferencias persistentes entre 20 % y 46 %, con valores superiores del método sectorial a lo largo de toda la serie. Estas discrepancias se explican principalmente por información incompleta en los consumos aparentes y existencias de combustibles, lo que tiende a subestimar las emisiones en el método de referencia frente a los consumos directos reportados por los sectores.

Los resultados muestran la necesidad de fortalecer y completar los datos de actividad del balance energético nacional, de modo que el método de referencia logre mayor coherencia con el inventario sectorial y contribuya a un sistema de reporte más robusto y preciso para el país.

3.1.2.2. Combustibles internacionales

Las emisiones asociadas a combustibles internacionales muestran una evolución creciente en la serie 1990 - 2022. En cumplimiento de las Directrices del IPCC, estas emisiones se reportan como memo informativo y no se suman al total nacional. La subcategoría 1.D.1.a. Aviación Internacional es la única con datos estimados, mientras que la navegación internacional continúa reportada como IE por falta de desagregación del consumo energético, elemento priorizado en el plan de mejora. La categoría 1.D.2. Operaciones Multilaterales permanece como no estimada por ausencia de información de actividad.

Los resultados evidencian un aumento significativo de las emisiones de CO₂ en la aviación bunker, que pasan de 5.68 kt CO₂ eq en 1990 a 266.99 kt CO₂ eq en 2022. Este comportamiento refleja una expansión sostenida del transporte aéreo internacional y un mayor uso de combustibles de aviación. Aunque en 2020 las emisiones disminuyen debido a la reducción global de vuelos, la recuperación es rápida en 2021 y 2022, alcanzando nuevamente niveles previos a la pandemia.

3.1.2.3. *Materias primas y uso no energético de los combustibles*

Actualmente el país viene adelantando la identificación de materias primas que son empleados como no energéticos de los combustibles

3.1.2.4. *Industrias de la energía (CRT 1.A.1.)*

Las emisiones de la subcategoría 1.A.1. muestran un crecimiento sostenido a lo largo de la serie 1990 - 2022, reflejando el aumento progresivo en la demanda energética del país y la dependencia estructural de combustibles fósiles para la generación de electricidad y calor. Las emisiones pasan de 1,194.89 kt CO₂ eq en 1990 a 3,109.79 kt CO₂ eq en 2022, lo que evidencia un incremento significativo asociado a la expansión del consumo de diésel oil, fuel oil, GLP, coque y biomasa dentro del sistema energético nacional.

Este comportamiento ascendente se intensifica a partir de los años 2000, periodo en el que la generación termoeléctrica adquiere mayor relevancia dentro de la matriz eléctrica. Entre 2010 y 2014 se observan los valores más altos de la serie, superando los 4,500 kt CO₂ eq, como resultado de la mayor dependencia de combustibles fósiles ante la reducción en la capacidad hidroeléctrica disponible. Estas variaciones están relacionadas con condiciones meteorológicas extremas, incluida la sequía severa documentada en Honduras, que obligó a incrementar la generación térmica para suplir la demanda.

En 2020 se registra una disminución temporal en las emisiones debido a los cambios en el consumo energético derivados de la emergencia sanitaria por COVID-19, aunque el comportamiento posterior evidencia una recuperación alineada con la reactivación económica y el restablecimiento gradual de los patrones de demanda eléctrica.

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

Las emisiones del subsector 1.A.2. presentan una evolución marcada por incrementos significativos entre 1990 y 2022, pasando de 810.94 kt CO₂ eq en 1990 a 1,771.60 kt CO₂ eq en 2022. Esta variación refleja un crecimiento sostenido asociado al aumento en el consumo de combustibles por parte de las actividades industriales del país. El comportamiento de la serie muestra incrementos importantes en años específicos, destacándose el periodo 2000, 2005, cuando las emisiones aumentan de 915.12 kt CO₂ eq a 2,166.50 kt CO₂ eq. Este cambio

abrupto se explica principalmente por el incremento en el consumo de combustibles sólidos y derivados del petróleo en procesos industriales.

Al analizar las subcategorías, se observa que 1.A.2.g.viii (Otras industrias) concentra la mayor proporción de emisiones a lo largo de la serie, alcanzando valores de 1,297.72 kt CO₂ eq en 2005 y 988.74 kt CO₂ eq en 2022. La subcategoría 1.A.2.f. (Minerales no metálicos) también muestra un incremento notable, aumentando desde 1.15 kt CO₂ eq en 1990 hasta 432.11 kt CO₂ eq en 2022, reflejando la expansión de procesos de alta intensidad energética. Por su parte, 1.A.2.g.v (Construcción e industrias asociadas) oscila entre 115.90 kt CO₂ eq en 1990 y 344.50 kt CO₂ eq en 2022, evidenciando variaciones relacionadas con cambios en la actividad económica del sector.

La serie presenta dos momentos diferenciados: primero, un incremento pronunciado entre 2004 y 2006, asociado al mayor uso de carbón y otros combustibles sólidos; y segundo, una estabilización en el rango de 1,700 a 2,400 kt CO₂ eq durante la década de 2010, influenciada por factores económicos, variaciones en los precios de combustibles y ajustes en el consumo industrial. En los años recientes, las emisiones se mantienen alrededor de 1,770 kt CO₂ eq, lo que indica una estabilización relativa en la demanda energética de las industrias manufactureras y de la construcción.

3.1.2.6. Transporte (CRT 1.A.3)

Las emisiones del sector Transporte presentan un crecimiento sostenido a lo largo del periodo 1990 - 2022, alcanzando en 2022 un nivel cercano a 4,776.55 kt CO₂ eq, lo que consolida a este sector como uno de los mayores contribuyentes del inventario nacional. El incremento está estrechamente asociado al aumento en la demanda de movilidad y al uso intensivo de combustibles fósiles en las distintas modalidades de transporte.

Dentro del sector, el transporte terrestre es la fuente predominante, con una contribución superior al 90 % en 2022. Sus emisiones pasaron de alrededor de 1,165.72 kt CO₂ eq en 1990 a más de 4,383.65 kt CO₂ eq en 2022, impulsadas por el crecimiento del parque vehicular y por el incremento continuo en el consumo de combustibles. Aunque se observan reducciones puntuales en algunos años, estas responden principalmente a variaciones en

los precios internacionales del petróleo, dado que el país depende totalmente de combustibles importados.

La aviación doméstica muestra una tendencia descendente moderada, pasando de aproximadamente 260 kt CO₂ eq en 1990 a cerca de 166 kt CO₂ eq en 2022. Su participación dentro del sector es relativamente baja, debido a que la mayor parte del tráfico aéreo corresponde a vuelos internacionales. Finalmente, el transporte marítimo y fluvial, aunque históricamente marginal, registra un incremento progresivo, con emisiones que crecieron desde valores inferiores a 1 kt CO₂ eq en 1990 hasta cerca de 226 kt CO₂ eq en 2022, reflejando un mayor uso de combustibles pesados en esta actividad.

El sector experimenta una disminución temporal en 2020, cuando las emisiones descienden a aproximadamente 3,803 kt CO₂ eq debido a la reducción en la movilidad ocasionada por la emergencia sanitaria global. Tras este evento, las emisiones retoman su trayectoria ascendente, coherente con la recuperación de la actividad económica y del transporte en el país.

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

Las emisiones de la categoría 1.A.4 presentan un incremento sostenido entre 1990 – 2022. Este comportamiento refleja el aumento en la demanda energética de los hogares y del subsector comercial e institucional, que en conjunto constituyen una parte relevante del consumo energético nacional. El crecimiento está vinculado principalmente al uso residencial de combustibles como leña, GLP y otros energéticos tradicionales, cuyo peso dentro de la matriz energética se mantiene especialmente en áreas rurales.

El subsector residencial es el principal impulsor de las emisiones, avanzando desde cerca de 328,49 kt CO₂ eq en 1990 hasta más de 676,65 kt CO₂ eq en 2022, lo que evidencia una expansión significativa del consumo de biomasa y otros combustibles para cocción. En contraste, las emisiones del subsector comercial e institucional muestran una disminución prolongada desde los niveles observados en la década de 1990, estabilizándose posteriormente en valores más bajos, a partir del 2010 se presenta una tendencia creciente relacionado con el aumento en los niveles de emisión.

Las variaciones interanuales a lo largo de la serie responden a cambios en la disponibilidad de biomasa, condiciones económicas y patrones de sustitución de combustibles, pero la tendencia general confirma un aumento persistente en el consumo energético residencial, que posiciona a este subsector como el principal contribuyente dentro de la categoría 1.A.4 en Honduras.

3.1.2.8. Otro (no especificados en otra parte) (CRT 1.A.5)

Actualmente no se han identificado otras fuentes de emisiones que no se encuentren contempladas en las categorías anteriores.

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

Actualmente, Honduras no realiza actividades de producción ni transformación de combustibles sólidos o líquidos, por lo que todos los combustibles utilizados en los distintos sectores provienen de importaciones.

3.1.3.1. Combustibles sólidos (CRT 1.B.1.)

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas

3.1.3.2. Petróleo y gas natural (CRT 1.B.2.)

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas

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

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas al transporte y almacenamiento de CO₂.

3.1.4.1. Transporte de CO₂ (CRT 1.C.1.)

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas

3.1.4.2. Inyección y almacenamiento (CRT 1.C.2.)

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas

3.2. Procesos Industriales y Uso de Productos (CRT 2.)

3.2.1. Panorama general del sector

Las emisiones del sector de Procesos Industriales y Uso de Productos en Honduras muestran una tendencia general de crecimiento a lo largo del periodo 1990 - 2022, reflejando la expansión de la actividad manufacturera y el aumento progresivo del uso de productos asociados a procesos industriales. El sector está compuesto principalmente por emisiones de CO₂ derivadas de la industria de minerales y el uso no energético de lubricantes y cera de parafina, así como por emisiones de HFC asociadas al uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado. De forma complementaria, se cuantifican emisiones de COVDM provenientes de la industria de alimentos y bebidas, y emisiones relacionadas con solventes y productos no energéticos de combustible.

Los resultados evidencian que las industrias de alimentos, bebidas y tabaco, junto con las industrias textiles, de cuero y calzado, concentran la mayor participación dentro del valor agregado manufacturero del país, lo cual se refleja en la magnitud de sus emisiones. Asimismo, la industria de minerales no metálicos, especialmente la producción de cemento, mantiene un peso relevante dentro de las emisiones del sector debido a su estrecha relación con el crecimiento del sector construcción. En los últimos años de la serie evaluada, este subsector muestra incrementos en consonancia con la mayor demanda de infraestructura y vivienda.

Las emisiones de gases fluorados presentan un papel creciente dentro del sector, impulsadas por el uso extendido de sistemas de refrigeración, climatización y equipos técnicos. Este comportamiento se explica por el aumento en la demanda de equipos de aire acondicionado y refrigeración en el país, lo que incrementa el uso y liberación de HFC. Sin embargo, Honduras ha fortalecido sus controles de importación de refrigerantes SAO y ha iniciado la reducción progresiva de HFC en cumplimiento del Protocolo de Montreal lo que ha favorecido la contención de estas emisiones en años recientes.

El comportamiento del sector PIUP también refleja las condiciones macroeconómicas del país. La caída del Producto Interno Bruto en 2020, del orden del 5.86 %, generó una

contracción en la actividad manufacturera y una disminución temporal de las emisiones. No obstante, el repunte económico de 2021 y 2022, con tasas de crecimiento superiores al 13 %, impulsó nuevamente los niveles de producción industrial, lo que se traduce en un aumento de las emisiones asociadas a procesos y productos industriales.

En conjunto, los resultados muestran que el sector PIUP mantiene una contribución dinámica y en ascenso dentro del inventario nacional, influenciada tanto por el desempeño económico como por la evolución tecnológica, la estructura productiva y las medidas de control implementadas para los gases fluorados. La tendencia general apunta a que el crecimiento de la industria manufacturera y de la demanda de productos asociados a refrigeración seguirá definiendo el comportamiento de las emisiones en los próximos años, resaltando la importancia de fortalecer las estrategias de mitigación y modernización tecnológica en este sector.

3.2.2. *Industria de los minerales (CRT 2.A.)*

Las emisiones de la industria de los minerales muestran un incremento sostenido a lo largo del periodo 1990 - 2022, pasando de 324.18 kt CO₂ eq a 1,042.46 kt CO₂ eq. Este aumento superior al 200 % refleja la expansión de las actividades industriales que emplean materias primas carbonatadas, especialmente aquellas asociadas a procesos de calcinación, donde se libera CO₂ durante la transformación química de los carbonatos.

La producción de cemento es la principal fuente de emisiones dentro de la categoría. Las emisiones de este subsector aumentaron de 274.79 kt CO₂ eq en 1990 a 942.81 kt CO₂ eq en 2022, impulsadas por el crecimiento del sector construcción y la mayor demanda de materiales para infraestructura y vivienda. La producción de cal, aunque con una participación menor, también presenta variaciones relevantes, alcanzando valores máximos de 143.61 kt CO₂ eq en 2021 antes de disminuir a 99.65 kt CO₂ eq en 2022. Las restantes subcategorías no presentan emisiones reportadas durante la serie debido a la ausencia de actividad industrial asociada.

El comportamiento global del sector evidencia una tendencia ascendente vinculada a la dinámica económica del país, especialmente al impulso del sector cementero. Este patrón

confirma que la expansión de la producción de cemento continúa siendo el principal motor del crecimiento de las emisiones en la industria de los minerales en Honduras.

3.2.3. Industria química (CRT 2.B.)

Las emisiones de esta categoría no ocurren en el país.

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

La industria de los metales en Honduras no genera emisiones asociadas a procesos de producción primaria, ya que su actividad se limita a la minería de extracción y a la manufactura secundaria. Para otras posibles fuentes no se dispone de información suficiente que permita realizar estimaciones confiables.

3.2.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D.)

Las emisiones de CO₂ asociadas al uso no energético de combustibles muestran un crecimiento sostenido entre 1990 y 2022, aumentando de 7.15 kt CO₂ eq a 61.57 kt CO₂ eq. Este incremento, superior al 700 %, está impulsado casi en su totalidad por el aumento en el consumo de lubricantes.

El comportamiento ascendente de las emisiones se intensifica a partir de 2005, probablemente por actualizaciones de los datos de actividad gracias a las gestiones de la fuente de información por mejorar la calidad de la información reportada.

En conjunto, los resultados evidencian una tendencia clara de aumento vinculada al desarrollo del transporte y al uso ampliado de productos derivados del petróleo con fines no energéticos, consolidando esta categoría como una fuente creciente dentro del sector PIUP en Honduras.

3.2.6. Industria electrónica (CRT 2.E.)

Las emisiones de esta categoría no ocurren en el país.

3.2.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F.)

Las emisiones asociadas al uso de sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono muestran un incremento sostenido entre 1990-2022, impulsado principalmente por el uso de hidrofluorocarbonos (HFC) en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Las

emisiones pasaron de 49.70 kt CO₂ eq en 1990 a 900.49 kt CO₂ eq en 2022. Este crecimiento está directamente relacionado con la expansión del uso de equipos de refrigeración domésticos, comerciales e industriales, así como con el incremento en la climatización de espacios residenciales y de servicios. El aumento progresivo de los bancos de sustancias químicas en equipos de refrigeración y aire acondicionado contribuye a una liberación gradual de HFC, lo que explica la tendencia ascendente observada en las emisiones.

En conjunto, los resultados reflejan que el uso de HFC en aplicaciones de refrigeración continúa siendo una fuente relevante y en expansión dentro del sector PIUP, en un contexto donde Honduras avanza en la implementación de medidas de control en el marco del Protocolo de Montreal.

3.2.8. *Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G.)*

No fue posible estimar las emisiones de SF₆ debido a la falta de información sobre su uso en sistemas de aislamiento eléctrico. Por esta razón, la categoría se reporta como no estimada con clave de notación (FX), aplicando la flexibilidad prevista en el párrafo 48 de la Decisión 18/CMA.1.

3.2.9. *Otros (CRT 2.H.)*

Las emisiones de COVDM asociadas a la industria de alimentos y bebidas muestran un incremento continuo entre 1990 y 2022, pasando de 1.00 kt a 3.43 kt. Este aumento, superior al 240 %, refleja el crecimiento sostenido de las actividades de procesamiento y manufactura de alimentos en el país. La tendencia ascendente evidencia una mayor producción industrial y un uso más intensivo de insumos y procesos que generan compuestos orgánicos diferentes al metano. En conjunto, los resultados confirman que esta subcategoría, aunque de menor magnitud relativa dentro del sector PIUP, mantiene un aporte creciente a las emisiones nacionales.

3.3. Agricultura (CRT 3)

3.3.1. Panorama general del sector

En 2022, el sector Agricultura generó 8,285.61 kt CO₂ eq, equivalente al 34.91 % de las emisiones nacionales excluyendo UTCUTS. El comportamiento del sector está fuertemente dominado por el metano, que representa alrededor del 65 % de las emisiones totales, principalmente debido a la fermentación entérica del hato bovino. Esta categoría constituye la mayor fuente del sector, aportando 5,172.21 kt CO₂ eq en 2022 62.42 %. Su peso refleja la importancia de los sistemas ganaderos basados en pastoreo extensivo y la magnitud del inventario nacional de rumiantes.

La segunda fuente en importancia es la quema de residuos agrícolas en campo, con 2,023.80 kt CO₂ eq 24.43 %, explicada casi en su totalidad por la quema de residuos de caña de azúcar. En tercer lugar, los suelos agrícolas contribuyeron con 729.05 kt CO₂ eq 8.8 %, originados por emisiones directas e indirectas de N₂O asociadas a la deposición de excretas en pastoreo, el retorno de nitrógeno al suelo por residuos de cultivo y la aplicación de fertilizantes.

Las demás subcategorías tienen participaciones menores: la gestión del estiércol aportó 171.88 kt CO₂ eq 2.07 %, la aplicación de urea 135.70 kt CO₂ eq 1.64 %, el cultivo de arroz 42.68 kt CO₂ eq 0.52 %, y el encalado 10.29 kt CO₂ eq 0.12 %.

En términos de trayectoria histórica, las emisiones del sector aumentaron de 6,419.43 kt CO₂ eq en 1990 a 8,285.61 kt CO₂ eq en 2022, un crecimiento acumulado del 29.07 %. La serie muestra una reducción en las emisiones durante los años noventa, seguida de un repunte sostenido en las décadas posteriores. Estas variaciones están estrechamente vinculadas al comportamiento del inventario bovino, cuya disminución inicial y recuperación posterior explican gran parte de los cambios observados en la fermentación entérica y en las emisiones de N₂O derivadas de los suelos agrícolas.

El análisis por gas confirma el predominio del CH₄, seguido del N₂O 33.65 % y, en una proporción mucho menor, del CO₂ 1.76 %. En el periodo analizado, el CO₂ mostró el mayor

crecimiento relativo debido al aumento del uso de urea, mientras que el CH₄ y el N₂O mantuvieron incrementos más moderados pero constantes.

3.3.2. Fermentación entérica (CRT 3.A.)

La fermentación entérica constituye la principal fuente de emisiones del sector Agricultura. En 2022, esta categoría aportó 5,172.21 kt CO₂ eq, equivalente al 62.42 % del total sectorial. Su comportamiento está determinado casi por completo por el hato bovino, cuya contribución representa en promedio el 97 % de las emisiones de la categoría y cerca del 61 % de todas las emisiones agrícolas.

Entre 1990 y 2022, las emisiones de fermentación entérica pasaron de 4,367.64 kt CO₂ eq a 5,172.21 kt CO₂ eq, lo que refleja un incremento acumulado del 18.42 %. La trayectoria temporal evidencia una reducción inicial durante los años noventa, seguida de un repunte sostenido desde el año 2000 hasta la actualidad. Este patrón responde directamente a las variaciones del inventario bovino, el cual disminuyó durante la década de 1990 por factores productivos y climáticos, y posteriormente mostró una recuperación progresiva que impulsó el aumento de las emisiones.

Las demás especies pecuarias aportan proporciones mucho menores dentro de la categoría: ovinos, porcinos y otros animales en conjunto representan menos del 3 % de las emisiones totales. En consecuencia, los resultados confirman que la dinámica ganadera especialmente la de rumiantes define la magnitud y tendencia histórica de las emisiones por fermentación entérica en Honduras.

3.3.3. Gestión del estiércol (CRT 3.B.)

Las emisiones por gestión del estiércol representaron 171.88 kt CO₂ eq en 2022, equivalentes al 2.07 % del total del sector Agricultura. Entre 1990 y 2022, estas emisiones aumentaron un 24.99 %, pasando de 137.52 kt CO₂ eq a 171.88 kt CO₂ eq, con una tendencia que muestra una disminución inicial en la década de 1990 seguida de un aumento sostenido a partir del año 2000. Este comportamiento está estrechamente vinculado a los cambios en el inventario bovino, dado que el tamaño y la dinámica del hato influye tanto en las emisiones directas de CH₄ como en las de N₂O asociadas a la gestión del estiércol.

La subcategoría 3.B.1. Ganado es la principal fuente dentro de esta categoría, aportando 98.88 kt CO₂ eq en 2022 y manteniendo un promedio anual de 84.72 kt CO₂ eq, lo que representa alrededor del 57 % de las emisiones totales de gestión del estiércol. Le siguen 3.B.4. Otro ganado, con 46.54 kt CO₂ eq en 2022, y 3.B.3. Porcinos, con 18.01 kt CO₂ eq. Las emisiones indirectas de N₂O (3.B.5.), asociadas a la volatilización y lixiviación del nitrógeno, aportaron 8.36 kt CO₂ eq en 2022, mientras que los ovinos tienen una contribución marginal.

3.3.4. *Cultivo del arroz (CRT 3.C.)*

Las emisiones del cultivo de arroz se mantuvieron relativamente estables a lo largo de la serie, con 42.54 kt CO₂ eq en 1990 y 42.68 kt CO₂ eq en 2022, lo que indica un crecimiento acumulado mínimo de 0.34 %. Esta categoría representó el 0.52 % de las emisiones del sector Agricultura en 2022, mostrando así un aporte reducido dentro del balance sectorial.

El sistema de arroz seco fue la principal fuente de emisiones durante todo el periodo, con un promedio anual de 23.25 kt CO₂ eq y una contribución cercana al 81 % de la categoría. Por su parte, el arroz bajo riego aportó en promedio 5.61 kt CO₂ eq, equivalente al 19 %. La mayor participación del cultivo de seco refleja su predominio en la superficie cultivada del país y su mayor sensibilidad a las variaciones en precipitación y manejo hídrico.

La trayectoria temporal muestra variaciones significativas, con descensos marcados en los años noventa y repuntes en periodos posteriores, asociados a cambios en la rentabilidad del cultivo, fluctuaciones en los precios de insumos y condiciones climáticas extremas. Estas oscilaciones explican la variabilidad interanual de las emisiones, aun cuando el aporte total de la categoría se mantiene bajo en comparación con otras fuentes del sector Agricultura.

3.3.5. *Suelos agrícolas (CRT 3.D.)*

Las emisiones de N₂O provenientes de los suelos agrícolas gestionados alcanzaron 729.05 kt CO₂ eq en 2022, un incremento del 8.45 % respecto a 1990. Esta categoría aportó el 8.80 % del total del sector Agricultura, manteniéndose como una de las fuentes estructurales de emisiones del país.

Dentro de la categoría, las emisiones directas de N₂O (3.D.1.) fueron las más relevantes, con un promedio anual de 387.55 kt CO₂ eq y una contribución del 57.41 %, impulsadas principalmente por la deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo. Las emisiones indirectas (3.D.2.) representaron el 42.59 %, asociadas a pérdidas de nitrógeno por volatilización y lixiviación.

La serie temporal muestra una variabilidad moderada, influenciada por cambios en el tamaño del inventario bovino, el uso de fertilizantes nitrogenados y la disponibilidad de residuos de cosecha. Fluctuaciones en los precios internacionales de fertilizantes y variaciones en las superficies cosechadas también explican parte de las oscilaciones observadas.

3.3.6. *Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E.)*

Las emisiones generadas por la quema controlada de sabanas no se reportan de manera separada en el sector Agricultura, sino que actualmente forman parte del sector UTCUTS dentro de la categoría de quema de biomasa bajo el enfoque IE. Esto significa que el CH₄ y el N₂O liberados por estas prácticas están contabilizados en el inventario, pero aún no se asignan a la categoría 3.E.

Aunque no se cuenta con valores específicos para Agricultura, el análisis del inventario muestra la necesidad de trasladar estas emisiones al sector correspondiente en próximos ciclos. Esta actualización permitirá representar mejor el aporte real de estas quemas, mejorar la coherencia metodológica y armonizar la clasificación con lo establecido por el IPCC 2006 y su Refinamiento 2019.

3.3.7. *Quema de residuos agrícola en el campo (CRT 3.F.)*

La quema de residuos agrícolas en el campo constituye una de las principales fuentes del sector Agricultura, impulsada casi exclusivamente por la práctica de quema asociada al cultivo de caña de azúcar. En 2022, esta categoría alcanzó 2,023.80 kt CO₂ eq, lo que representa el 24.43 % de las emisiones sectoriales y un incremento del 70.95 % respecto a 1990. A lo largo de la serie temporal, las emisiones promediaron 1,743.67 kt CO₂ eq, reflejando una tendencia ascendente marcada, especialmente entre 2000 y 2003, periodo

asociado a la expansión del área cultivada impulsada por mejoras climáticas, mayor acceso a financiamiento y apoyo técnico de los ingenios. Dado que el 100 % de las emisiones provienen de la caña de azúcar, esta subcategoría se consolida como un aporte estructural y sostenido dentro del inventario agrícola nacional.

3.3.8. *Encalado (CRT 3.G.)*

La categoría 3.G. Encalado muestra un aumento sostenido en las emisiones asociadas a la aplicación de carbonatos en suelos agrícolas. Entre 1990 y 2022, las emisiones pasaron de 0.17 kt CO₂ eq a 10.29 kt CO₂ eq, reflejando un incremento significativo vinculado al mayor uso de insumos para corregir la acidez del suelo. A lo largo de la serie temporal, la categoría registró un promedio anual de 3.36 kt CO₂ eq.

La subcategoría de mayor aporte es la aplicación de dolomita (3.G.2), responsable del 90.7 % de las emisiones estimadas y que alcanzó 9.83 kt CO₂ eq en 2022. La piedra caliza (3.G.1) tuvo una participación mucho menor, con un aporte histórico promedio del 9.3 %. En el balance sectorial, el encalado representó el 0.12 % de las emisiones totales de Agricultura en 2022, manteniéndose como una fuente menor, pero con una tendencia claramente ascendente.

3.3.9. *Aplicación de urea (CRT 3.H.)*

La categoría 3.H. Aplicación de urea muestra un aumento sostenido de las emisiones de CO₂ a lo largo de la serie temporal. Entre 1990 y 2022, las emisiones crecieron de 15.48 kt CO₂ eq a 135.70 kt CO₂ eq, lo que refleja una expansión marcada en el uso de urea dentro del sector agrícola. En promedio, esta categoría registró 77.91 kt CO₂ eq por año, manteniendo una trayectoria ascendente influenciada principalmente por la mayor demanda de fertilizantes nitrogenados.

En 2022, la aplicación de urea aportó el 1.64 % de las emisiones totales del sector Agricultura. La evolución anual evidencia incrementos asociados a mayores volúmenes de importación de fertilizantes y a variaciones productivas condicionadas por factores climáticos y de mercado, que modifican la superficie cultivada y el uso de insumos. En

conjunto, la categoría se consolida como una fuente creciente de CO₂ dentro del sector, con una tendencia que refleja la intensificación del uso de fertilizantes en el país.

3.3.10. *Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I.)*

Para este inventario esta categoría no se estima debido a la falta de información.

3.3.11. *Otros (CRT 3.J.)*

Esta categoría no se presenta en el país.

3.4. *Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CRT 4)*

3.4.1. *Panorama general del sector*

En 2022, el sector UTCUTS registró un balance neto de -3,108.69 kt CO₂ eq, equivalente en valores absolutos al 11.58 % del total nacional. Aunque históricamente el sector ha funcionado como un sumidero importante, con un promedio de -24,507.30 kt CO₂ eq, la capacidad de remoción neta se redujo de manera marcada en los últimos años. La capacidad de remoción neta (balance neto del sector) se redujo en más del 90 % respecto a 1990, reflejando una pérdida acelerada de cobertura forestal y una expansión sostenida de los pastizales, categoría que en 2022 aportó más de 20,400 kt CO₂ eq como fuente neta.

Las tierras forestales continúan siendo el componente más determinante del sector, con una contribución histórica del 79.79 % en valores absolutos; sin embargo, su capacidad de captura se ha visto afectada por conversiones de uso del suelo, degradación y perturbaciones recientes. En contraste, los pastizales representan el 17.68 % del total histórico y mantienen un aporte como fuente creciente de emisiones debido al reemplazo de bosques y a actividades antrópicas asociadas.

El análisis por tipo de gas confirma que el CO₂ domina ampliamente el balance del sector. Aunque históricamente las absorciones superaban de forma holgada a las emisiones, en 2022 la proporción cambió de manera significativa: las absorciones se redujeron al 52.98 %, mientras que las emisiones de CO₂ aumentaron al 46.25 %, junto con incrementos menores de CH₄ y N₂O. Este comportamiento evidencia un deterioro reciente en la función de

sumidero del sector y resalta la urgencia de fortalecer las estrategias de protección forestal, restauración y manejo sostenible del territorio para recuperar la capacidad de captura de carbono.

3.4.2. *Definiciones de uso de la tierra*

Para el sector UTCUTS se emplean definiciones operativas que permiten clasificar de manera uniforme los distintos usos del suelo. Las tierras forestales corresponden a áreas naturales o plantadas con cobertura arbórea que cumple los umbrales nacionales de copa y altura, incluyendo zonas en regeneración que no han cambiado de uso. Las tierras de cultivo abarcan superficies destinadas a la producción agrícola, incluidos arrozales y sistemas agroforestales que no alcanzan los criterios para ser consideradas bosques. Los pastizales comprenden áreas utilizadas para pastoreo y otras coberturas herbáceas o mixtas que no clasifican como cultivos ni bosques, e incluyen también sistemas silvopastoriles. Los humedales integran espacios saturados de agua, naturales o artificiales, como turberas, lagos, ríos y embalses. Los asentamientos agrupan las áreas urbanizadas o intervenidas, incluidas infraestructuras de transporte, que no se clasifican en otras categorías. Finalmente, otras tierras abarcan superficies sin vegetación dominante, como suelos descubiertos, playas o formaciones rocosas, y permiten completar la correspondencia entre la superficie total del país y las áreas clasificadas dentro del sector.

3.4.3. *Métodos específicos del país*

Para el análisis del uso de la tierra se utilizó una herramienta desarrollada por la Coalición para las Naciones con Bosques Tropicales (CfRN), basada en Collect Earth Online y adaptada para cumplir con los requisitos de reporte de la CMNUCC y las Directrices del IPCC. Esta aplicación permitió recopilar información nacional de manera sistemática, empleando imágenes satelitales gratuitas de Google Earth Pro y Google Earth Engine para identificar cambios históricos en el territorio, incluyendo degradación, incendios, tala y otros eventos que influyen sobre la cobertura del suelo.

Los datos recolectados fueron integrados en la Foundational Platform de la CfRN, una hoja de cálculo diseñada para organizar la información del país y aplicarla directamente a las

ecuaciones del IPCC, facilitando la clasificación de las áreas según las categorías de uso de la tierra.

Para Honduras se delimitó una superficie analítica de 111,498 km² mediante información geoespacial del SINIT. Con esta base se generó una cuadrícula sistemática de 18,552 parcelas de 1 hectárea, distribuidas cada 2.5 km, utilizada como marco muestral para evaluar permanencias y transiciones entre categorías de uso del suelo. La matriz resultante, elaborada para toda la serie 1990 - 2022, muestra las áreas que permanecen en el mismo uso y aquellas que cambian a otras categorías, representando la superficie total del país y proporcionando la base estructural para el análisis de cambios en el sector UTCUTS.

3.4.4. *Tierras forestales (CRT 4.A)*

En 2022, la categoría de Tierras forestales mantuvo su papel como el principal sumidero de carbono del sector UTCUTS, registrando absorciones netas de -26,265.63 kt CO₂ eq. La mayor parte de estas remociones proviene de las tierras forestales que permanecen como tales, con -22,933.83 kt CO₂ eq, lo que representa el 87.32 % del total. Aunque esta subcategoría sigue siendo determinante, sus absorciones muestran una reducción sostenida en la serie 1990 - 2022, con una caída acumulada del 28.58 %, asociada a pérdidas de cobertura, degradación y mayor frecuencia de disturbios.

Las tierras convertidas en tierras forestales aportaron -3,331.79 kt CO₂ eq (12.68 %), principalmente por procesos de recuperación en áreas agrícolas y ganaderas. Dentro de este grupo destacan las tierras de cultivo convertidas en tierras forestales con -2,093.90 kt CO₂ eq, que muestran una tendencia fuertemente creciente a lo largo del periodo, reflejando avances en restauración o regeneración natural. Los pastizales convertidos en tierras forestales también contribuyen a las absorciones, aunque en menor magnitud, con -1,196.52 kt CO₂ eq en 2022.

En conjunto, todas las subcategorías mantienen balances netos de absorción, confirmando la función estratégica del bosque hondureño para compensar emisiones del territorio. Sin embargo, la disminución reciente en las remociones evidencia una presión creciente sobre

estos ecosistemas y subraya la necesidad de fortalecer acciones de conservación, manejo y recuperación forestal para sostener la capacidad sumidero del país en el largo plazo.

3.4.5. *Tierras de cultivo (CRT 4.B)*

En 2022, la categoría de Tierras de cultivo registró un balance neto de 825.26 kt CO₂ eq, resultado de la combinación de absorciones y emisiones asociadas tanto al manejo agrícola como a los cambios de uso del suelo. La mayor contribución provino de las Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, que alcanzaron 2,009.34 kt CO₂ eq (62.92 %), reflejando la magnitud de emisiones originadas por la expansión agrícola sobre áreas boscosas.

Las subcategorías que actúan como sumideros aportaron absorciones relevantes. Pastizales convertidos en tierras de cultivo registraron -593.95 kt CO₂ eq (18.60 %), lo que indica una recuperación de carbono derivada del establecimiento de cultivos con mayor capacidad de acumulación de biomasa. Asimismo, las Tierras de cultivo que permanecen como tales presentaron -527.60 kt CO₂ eq (16.52 %), confirmando que, bajo determinados sistemas de producción, estas áreas pueden mantener balances negativos y seguir acumulando carbono.

La serie histórica muestra un incremento sostenido de las emisiones asociadas a la conversión de bosques hacia usos agrícolas, con un crecimiento acumulado del 1,094.22 % entre 1990 y 2022, lo que evidencia una presión creciente sobre los ecosistemas forestales. Paralelamente, las subcategorías con balances negativos presentan aumentos moderados en absorciones, impulsados por el crecimiento de cultivos perennes y sistemas agroforestales.

3.4.6. *Pastizales (CRT 4.C)*

En 2022, la categoría Pastizales registró un total de 20,449.91 kt CO₂ eq, consolidándose como una de las principales fuentes de emisiones dentro del sector UTCUTS. Este resultado está dominado por la subcategoría Tierras forestales convertidas en pastizales, que aportó 20,288.68 kt CO₂ eq, equivalente al 97.93 % del total. Este comportamiento refleja la fuerte presión ejercida por la expansión ganadera sobre áreas previamente forestales, con pérdidas sustanciales de carbono asociadas a la remoción de biomasa arbórea.

Las demás subcategorías tienen una participación mucho menor. Pastizales que permanecen como tales aportaron 156.99 kt CO₂ eq (0.76 %), mientras que Tierras de cultivo convertidas en pastizales sumaron 138.37 kt CO₂ eq (0.67 %). La única subcategoría con balance neto negativo fue Humedales convertidos en pastizales, con -134.14 kt CO₂ eq (0.65 %), indicando ligeras absorciones ligadas a la recuperación de biomasa respecto al uso previo.

La serie histórica evidencia una tendencia marcada al aumento de emisiones, especialmente en la conversión de bosques a pastizales, donde las emisiones crecieron 6,140 % entre 1990 y 2022. Este patrón confirma que la expansión ganadera constituye uno de los principales motores de pérdida de carbono en el país y un factor determinante en la dinámica del sector UTCUTS.

3.4.7. Humedales (CRT 4.D)

En 2022, la categoría de Humedales registró 490.39 kt CO₂ eq, aportando un nivel moderado de emisiones dentro del sector UTCUTS. Estas emisiones provienen exclusivamente de conversiones hacia humedales, ya que con la metodología aplicada no se estiman permanencias en esta categoría. La principal fuente corresponde a Tierras forestales convertidas en humedales, con 267.44 kt CO₂ eq (54.54 % del total), seguida por Pastizales convertidos en humedales con 158.73 kt CO₂ eq 32.37 % y Tierras de cultivo convertidas en humedales con 64.22 kt CO₂ eq 13.10 %. Este patrón confirma que la mayor parte de las emisiones se origina en la transformación de áreas con altas reservas de carbono hacia condiciones de humedal.

Aunque no es posible analizar tasas de crecimiento para toda la serie histórica, los datos disponibles muestran un incremento en las emisiones durante los años recientes, impulsado por un aumento en las conversiones desde tierras forestales y pastizales. Este comportamiento refleja cambios en la dinámica hídrica y en el uso del suelo, que intensifican la liberación de carbono en ecosistemas particularmente sensibles.

3.4.8. Asentamientos (CRT 4.E)

En 2022, la categoría de Asentamientos registró 954.99 kt CO₂ eq, resultado exclusivamente de conversiones desde otros usos del suelo hacia áreas urbanizadas. La mayor contribución provino de Tierras forestales convertidas en asentamientos, con 446.86 kt CO₂ eq 46.79 %, lo que evidencia la pérdida de carbono asociada a la sustitución de coberturas boscosas por infraestructura. Le siguieron Pastizales convertidos en asentamientos, con 412.94 kt CO₂ eq 43.24 %, reflejando la expansión urbana sobre zonas ganaderas, y Tierras de cultivo convertidas en asentamientos, con 95.19 kt CO₂ eq 9.97 %.

La tendencia histórica muestra un incremento sostenido de las emisiones en esta categoría, impulsado por la urbanización progresiva del territorio. Entre 1990 y 2022, las emisiones provenientes de bosques convertidos en asentamientos aumentaron en 191.82 %, mientras que las de pastizales convertidos crecieron 798.43 %, confirmando la presión del desarrollo urbano sobre ecosistemas con altas reservas de carbono.

3.4.9. Otras tierras (CRT 4.F)

En la categoría 4.F. Otras tierras no se registran emisiones ni absorciones de GEI durante el periodo analizado. Aunque estas áreas compuestas por suelos desnudos, rocas y superficies sin cobertura vegetal han sido identificadas y cuantificadas, no presentan biomasa ni materia orgánica que genere cambios en las reservas de carbono. Como resultado, esta categoría no aporta variaciones al balance del sector UTCUTS y se mantiene sin contribuciones al total nacional.

3.4.10. Productos de madera recolectada (CRT 4.G)

En 2022, la categoría de Productos de Madera Recolectada aporta un balance neto positivo de 35.14 kt CO₂ eq, reflejando emisiones asociadas a la disminución de las reservas de carbono en los distintos subproductos maderables. La madera aserrada es el componente más relevante, con 51.34 kt CO₂ eq 43.38 % del total, seguida por los paneles a base de madera con -41.60 kt CO₂ eq 35.15 % y por el papel y cartón con 25.41 kt CO₂ eq 21.47 %. La serie temporal muestra un comportamiento variable, con alternancia entre años de absorción y emisión, influenciado por los cambios en la producción, la vida útil y la

descomposición de los productos. Este patrón evidencia que los PMR continúan funcionando como un reservorio temporal de carbono, cuya dinámica depende directamente del manejo forestal y del consumo industrial de madera en el país.

3.4.11. Otros (CRT 4.H)

No ocurre para el país.

3.5. Residuos (CRT 5)

3.5.1. Panorama general del sector

En 2022, el sector Residuos registró 2,566.06 kt CO₂ eq, equivalente al 10.81 % de las emisiones nacionales excluyendo UTCUTS y al 9.56 % cuando se incluyen todos los sectores. Las emisiones se concentraron principalmente en metano, que aportó el 90.77 % del total, seguido por CO₂ con 7.22 % y N₂O con 2.01 %.

Las mayores contribuciones provinieron del tratamiento y descarga de aguas residuales, con 1,182.98 kt CO₂ eq 46.10 %; la disposición de residuos sólidos, con 1,079.39 kt CO₂ eq 42.06 %; y la incineración y quema abierta de residuos, con 303.70 kt CO₂ eq 11.84 %. Estas tres categorías explican prácticamente todas las emisiones del sector.

Entre 1990 y 2022, las emisiones aumentaron un 165.94 %, reflejando el crecimiento poblacional, la expansión urbana y la limitada infraestructura para la gestión adecuada de residuos y aguas residuales. Entre 2021 y 2022 se observó un incremento del 1.64 %, impulsado principalmente por el aumento del N₂O en sistemas de tratamiento, mientras que el metano y el CO₂ mostraron variaciones moderadas.

3.5.2. Disposición de residuos sólidos (CRT 5.A)

En 2022, la categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos registró 1,079.39 kt CO₂ eq, consolidándose como una de las principales fuentes de emisiones del sector Residuos con una participación del 42.06 %.

% del total sectorial. Todas las emisiones provienen de la subcategoría 5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados, lo que refleja la predominancia de botaderos a cielo abierto

y la ausencia de infraestructura adecuada para la disposición controlada de residuos en el país.

Las emisiones muestran un aumento sostenido a lo largo de la serie histórica, pasando de 324.23 kt CO₂ eq en 1990 a 1,079.39 kt CO₂ eq en 2022, equivalente a un crecimiento del 233 %. Este incremento está asociado al aumento poblacional, a la mayor generación per cápita de residuos y a la continuidad de prácticas de disposición sin sistemas de cobertura, compactación o captura de biogás. Entre 2021 y 2022 se observa un incremento adicional del 2.81 %, consistente con la tendencia general del país.

La evolución temporal confirma que la eliminación de residuos en sitios no categorizados continúa siendo una de las fuentes más relevantes de metano dentro del inventario nacional, manteniendo un comportamiento ascendente debido a la limitada adopción de tecnologías de gestión moderna.

3.5.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (CRT 5.B)

En 2022, la categoría 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos no reporta emisiones debido a la falta de información nacional sobre compostaje y digestión anaerobia en condiciones controladas. La ausencia de datos sobre instalaciones, volúmenes tratados y prácticas municipales impide aplicar los métodos del IPCC para estimar las emisiones asociadas a estos procesos. Como resultado, la categoría se mantiene sin valores reportados en el inventario, reflejando una brecha de información que limita la cuantificación de emisiones potenciales y que requiere acciones de mejora para su futura incorporación.

3.5.4. Incineración y quema abierta de residuos (CRT 5.C)

En 2022, la categoría 5.C. Incineración y quema abierta de residuos registró 303.70 kt CO₂ eq, consolidándose como la tercera fuente de emisiones dentro del sector Residuos, con una participación del 11.84 %. Todas las emisiones provienen de la subcategoría 5.C.2., dado que en el país existen algunas plantas de incineración para residuos hospitalarios y peligrosos, sin embargo no se cuenta con la información que permita realizar la estimación de las emisiones. La tendencia histórica muestra un incremento sostenido: las emisiones crecieron 165.12 % entre 1990 y 2022, impulsadas por el aumento en la generación de

residuos, la limitada cobertura de recolección y la persistencia de prácticas de quema informal. El incremento interanual más reciente, de 1.56 % entre 2021 y 2022, confirma la continuidad de esta trayectoria al alza. El comportamiento observado refleja la influencia de la quema abierta como una fuente constante de CO₂ fósil, CH₄ y N₂O derivada de combustión incompleta, manteniéndose como una práctica extendida en ausencia de infraestructura adecuada para la gestión de residuos.

3.5.5. *Tratamiento y descarga de aguas residuales (CRT 5.D)*

Entre 1990 y 2022, la categoría 5.D. muestra un incremento sostenido en sus emisiones, pasando de 526.14 kt CO₂ eq a 1,182.98 kt CO₂ eq, lo que equivale a un aumento del 124.84 %. La serie no presenta descensos notorios, sino una progresión constante que refleja el crecimiento acumulado de las fuentes vinculadas al manejo de aguas residuales.

Las emisiones procedentes de aguas residuales domésticas aumentaron de 376.71 kt CO₂ eq en 1990 a 812.44 kt CO₂ eq en 2022, con un crecimiento del 115.63 %, manteniéndose como el componente predominante. En aguas residuales industriales, las emisiones pasaron de 149.43 kt CO₂ eq a 370.54 kt CO₂ eq, un incremento del 148.00 %, impulsado por la expansión de actividades productivas con altas cargas orgánicas o nitrogenadas.

La evolución completa de la serie confirma un patrón ascendente continuo, sin interrupciones relevantes, y asociado al aumento poblacional, la mayor generación de aguas residuales y el crecimiento industrial.

3.5.6. *Otros (CRT 5.E)*

No se estima en este inventario



RE.4. Otra información pertinente

4.1. Emisiones indirectas de CO₂ y N₂O

Las emisiones indirectas de CO₂ y N₂O no se cuantifican en el presente inventario, estas se registran en las tablas CRT y a lo largo del documento con las claves de notación de NA, NO y NE, dado que actualmente no se ha identificado las fuentes y no se dispone de información suficiente que permita una estimación con exactitud.

4.2. Nuevos cálculos

La comparación entre el BUR2 y el inventario actualizado evidencia variaciones importantes en las emisiones estimadas, especialmente entre 2000 y 2004, con diferencias que alcanzan en promedio el 70 %. Estas variaciones responden principalmente a la actualización de datos de actividad, factores de emisión y mejoras metodológicas, junto con el uso de técnicas de empalme para completar la serie histórica 1990, 1999. Los recálculos incorporan ajustes en todos los sectores, destacándose las proyecciones de consumo energético, la actualización de datos industriales, la incorporación de nuevas fuentes en agricultura y la completitud de series temporales en UTCUTS y Residuos.

En términos de niveles de emisiones, las diferencias más marcadas entre el inventario previo y el actual se concentran en los primeros diez años de la serie, consecuencia de la ausencia de estimaciones en el BUR2 para dicho periodo. Las actualizaciones generan variaciones significativas, especialmente en UTCUTS durante la década de 1990, y en Agricultura y Energía en años posteriores. Estas diferencias reflejan un avance notable en la exhaustividad y coherencia temporal del inventario, al incorporar datos faltantes, corregir inconsistencias y aplicar factores de emisión actualizados.

Respecto a la tendencia, los recálculos tienen un impacto considerable cuando se incluye UTCUTS, con variaciones que oscilan entre reducciones del 129 % y aumentos del 130 % en comparación con el BUR2. Este comportamiento se debe a la magnitud de los cambios en las estimaciones históricas de UTCUTS. Al excluir este sector, las diferencias muestran incrementos más consistentes, entre 15 % y 100 %, evidenciando que las mejoras metodológicas y las actualizaciones de datos consolidan una trayectoria ascendente más

coherente para las emisiones netas del país. En conjunto, las revisiones fortalecen la comparabilidad, integridad y precisión del inventario nacional de GEI.

Los principales resultados del Inventario Nacional de GEI de Honduras para el periodo 1990 – 2022, destacando los sectores y categorías que más influyen en las emisiones y absorciones del país. Los datos muestran que el sector UTCUTS domina el balance nacional, con un aporte acumulado equivalente al 67.41 % del nivel total del inventario. Dentro de este sector sobresalen dos categorías: Tierras forestales que permanecen como tales, con un valor absoluto de 25,381.87 kt CO₂ eq, y Tierras forestales convertidas en pastizales, con 16,067.22 kt CO₂ eq. En conjunto, ambas representan más del 57 % del aporte total del inventario.

En los sectores distintos a UTCUTS, las emisiones están encabezadas por Energía, Agricultura y Residuos. En 2022, las categorías más relevantes fueron Transporte 4,684.90 kt CO₂ eq, Producción de electricidad y calor 3,099.96 kt CO₂ eq, Ganado 5,042.05 kt CO₂ eq) y Sitios de eliminación no categorizados 1,079.39 kt CO₂ eq. A estas se suma la categoría recientemente incorporada Caña de azúcar, que aporta 2,015.59 kt CO₂ eq y adquiere una participación destacada frente a las fuentes tradicionales.

El análisis de tendencias confirma el peso estructural del sector UTCUTS: Tierras forestales que permanecen como tales explican el 57.27 % de la variación acumulada entre 1990 y 2022, mientras que Tierras forestales convertidas en pastizales aportan 18.91 %. Sin incluir UTCUTS, la tendencia está dominada por Agricultura especialmente Ganado, que representa el 34.35 %, seguida del sector Energía, donde el Transporte aporta el 19.85 % y la Producción de electricidad y calor el 7.86 %.

Este conjunto de resultados permite anticipar y orientar al lector sobre lo que encontrará en las secciones siguientes del NID: qué sectores explican la magnitud y evolución del

inventario, cuáles categorías requieren una mejora prioritaria en datos o métodos, y dónde se concentran las mayores oportunidades para fortalecer la calidad del INGEI y la toma de decisiones climáticas en Honduras.



RE.6. Mejoras introducidas en el inventario

El análisis del inventario nacional permite identificar áreas prioritarias de mejora que influyen directamente en la calidad, completitud y coherencia de las estimaciones. Los resultados muestran que la mayor parte de las brechas se concentran en la disponibilidad y consolidación de datos, especialmente en los sectores Energía, Agricultura, Residuos y UTCUTS, donde aún existen categorías con información parcial o no estimadas. Estas limitaciones afectan la capacidad del país para avanzar hacia métodos de mayor nivel y reducir la incertidumbre del INGEI.

Entre los aspectos más relevantes, destacan las necesidades de mejorar los registros de consumo energético en electricidad, transporte y sectores productivos; fortalecer los inventarios ganaderos y los sistemas de gestión de estiércol; actualizar y desagregar datos de uso del suelo; e identificar con precisión los residuos sólidos eliminados, tratados biológicamente o incinerados a cielo abierto. Asimismo, el país requiere incorporar información sobre sustancias como SF₆, necesaria para ampliar la cobertura del sector industrial.

Los resultados evidencian que Honduras ya cuenta con un plan de mejora estructurado que prioriza acciones concretas con plazos definidos entre 2026 y 2032, orientadas a ampliar fuentes de información, consolidar bases de datos sectoriales, crear inventarios anuales, aplicar factores de emisión específicos y promover mesas técnicas con sectores clave. Esta hoja de ruta permitirá avanzar hacia estimaciones más robustas y reducir progresivamente las lagunas actuales del inventario.

En relación con las flexibilidades, Honduras hace uso de las disposiciones previstas en la CMNUCC principalmente por dos motivos: la ausencia de datos para reportar emisiones de SF₆ y la falta de un protocolo formal de aseguramiento y control de calidad. Ambos aspectos representan brechas institucionales que el país busca superar mediante fortalecimiento técnico y la creación de mecanismos nacionales de recolección de datos y control de inventario. A la fecha, no se registran progresos en estas dos áreas, lo que subraya la importancia de priorizar su desarrollo en los próximos ciclos de reporte.



☆☆☆H
**Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente**
Gobierno de la República

CAPÍTULO 1

**CIRCUNSTANCIAS NACIONALES,
ARREGLOS INSTITUCIONALES E
INFORMACIÓN TRANSVERSAL**





1.1. Información general sobre inventarios de GEI y el cambio climático

1.1.1. Cambio climático

El cambio climático constituye una de las mayores amenazas al desarrollo sostenible en el siglo XXI. De acuerdo con el IPCC, el cambio climático se define como "un cambio en el estado del clima que puede identificarse mediante cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, usualmente décadas o más", dicho cambio puede deberse a procesos internos del sistema climático, forzamientos externos naturales o cambios persistentes de origen antropogénico (IPCC, 2023a)

El sistema climático terrestre se mantiene en equilibrio mediante el balance radiativo entre la energía solar entrante y la radiación infrarroja saliente. El efecto invernadero es un proceso natural mediante el cual ciertos gases en la atmósfera, los GEI absorben y reemiten radiación infrarroja, elevando la temperatura media superficial del planeta en comparación con la que tendría en ausencia de dichos gases. Este efecto natural es imprescindible para la habitabilidad en el planeta, pero el incremento adicional de GEI por efecto antropogénico altera el balance radiativo y provoca un calentamiento adicional del sistema climático (Trenberth et al., 2009).

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6, 2021–2023) establece de forma inequívoca que “la influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra”; el calentamiento global observado para el periodo 2011–2020 era de aproximadamente 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales (1850–1900). Estas conclusiones constituyen la base científica para la formulación de políticas y para la planificación de medidas de adaptación y mitigación a escala nacional (IPCC, 2023b).

En respuesta a la amenaza global, se adoptó en 1992 la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), durante la Cumbre de la Tierra en Río de

Janeiro y que entró en vigor en 1994. La CMNUCC constituye el instrumento jurídico internacional fundamental para abordar el cambio climático, teniendo como objetivo último "lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático" (Artículo 2) (Naciones Unidas, 1992), y posteriormente se desarrollaron instrumentos complementarios, entre los que se cuenta con el Protocolo de Kioto (1997) y el Acuerdo de París (2015). El Acuerdo de París fija objetivos y mecanismos para limitar el calentamiento global (articulando, entre otros elementos, las NDCs) y establece que las Partes deberán aspirar a alcanzar pronto el máximo de sus emisiones y, a escala global, lograr un equilibrio entre emisiones antropogénicas y remociones por sumideros durante la segunda mitad del siglo (Naciones Unidas, 1998, 2015). Honduras, junto con 196 países, firmó y ratificó el Acuerdo de París en 2015, comprometiéndose a reducir sus emisiones para contribuir a esos objetivos globales, presentado y actualiza sus instrumentos (NDCs, inventarios y medidas asociadas) para contribuir a los objetivos globales y avanzar en la transición hacia trayectorias bajas en emisiones y resilientes al clima.

De acuerdo con lo anterior, el presente Inventario Nacional de Emisiones (NID) se presenta en cumplimiento del Artículo 4 del Acuerdo de París y de las decisiones relevantes de la CMA que establecen las modalidades, procedimientos y directrices para la transparencia de las medidas y del apoyo, con el propósito de elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Convención y a la COP inventarios nacionales completos y consistentes de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal.

1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Un inventario nacional de GEI es el registro detallado de las emisiones y absorciones antropogénicas de todos los gases de efecto invernadero en un país, por fuentes y sumideros. En otras palabras, cuantifica qué gases se emiten (o absorben) en cada sector

económico. Estos inventarios siguen metodologías internacionales estandarizadas (por ejemplo, las Directrices del IPCC 2006 y sus actualizaciones) para garantizar comparabilidad.

De acuerdo con los compromisos señalados en la sección anterior, Honduras ha elaborado y reportado series de tiempo de inventarios ante la CMNUCC, en donde se han evidenciado emisiones antropogénicas y absorciones de gases GEI, tales como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), y otros gases provenientes de los sectores de energía, procesos industriales y uso de productos (PIUP), agricultura, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) y Residuos. Estos reportes le han permitido al país, visualizar los avances en términos de mitigación de cambio climático.

La elaboración de los inventarios para Honduras ha estado coordinada por la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), anteriormente conocida como MiAmbiente+. En este contexto, Honduras ha desarrollado y presentado su INGEI en el marco de dos Comunicaciones Nacionales y dos BUR, incorporando en cada entrega actualizaciones metodológicas, ampliaciones sectoriales y mejoras en la calidad de los datos reportados, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1-1. Reportes e inventarios nacionales de GEI de Honduras entregados a la CMNUCC

Reporte	Año de publicación	Años del INGEI reportados	Sectores reportados	Nivel	Gases reportados
Primera Comunicación Nacional (CN)	2000	1990-1995	5	1	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , NO _x y COVDM
Segunda Comunicación Nacional (CN)	2012	1995, 2000, 2005	5	1	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , NO _x y COVDM
Primera actualización del BUR1	2020	2005-2015	5	1	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , NO _x y COVDM
Segunda actualización del BUR1	2024	2016-2020	5	1	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , NO _x y COVDM

Las bases de datos y metodologías siguen las recomendaciones del IPCC, con fuentes de datos de actividad nacionales (estadísticas de energía, agricultura, censos forestales, etc.) y

factores de emisión aprobados. Los principales gases incluidos son CO₂, CH₄, N₂O y, según disponibilidad de datos, los gases fluorados (HFC, PFC, SF₆). En el proceso se utiliza el Sistema de Inventario Nacional (SINGEI), diseñado para facilitar la recopilación y verificación de información intersectorial.

Los objetivos del Inventario Nacional de Honduras responden tanto a compromisos internacionales como a necesidades de planificación interna. En el ámbito internacional, el inventario cumple con la obligación de reportar periódicamente a la CMNUCC las emisiones y absorciones nacionales mediante los formatos estandarizados de las Tablas de Reporte Común (CRT) y los Informes de Inventario Nacional (NID), en el marco de los reportes de transparencia y otras comunicaciones oficiales. Este proceso permite demostrar avances en el cumplimiento de las metas climáticas del país y contribuye a los ejercicios de evaluación global.

A nivel nacional, el inventario constituye una herramienta técnica fundamental para la formulación, seguimiento y evaluación de políticas públicas. Al identificar las fuentes emisoras y sumideros más relevantes, facilita la priorización de acciones de mitigación, la evaluación de su efectividad y la planificación estratégica de nuevas intervenciones. La disponibilidad de información transparente y actualizada fortalece la toma de decisiones sectoriales como eficiencia energética, gestión de residuos, restauración de ecosistemas, entre otras y cumple con los requerimientos de transparencia demandados por actores nacionales, cooperación internacional y potenciales donantes.

Estos propósitos se operacionalizan mediante la definición de objetivos técnicos específicos para cada sector de cuantificación, en función de las categorías y gases incluidos en el inventario, asegurando coherencia metodológica y orientando el fortalecimiento continuo del sistema nacional de inventarios (Ver Tabla 1-2).

Tabla 1-2. Objetivos del inventario nacional de GEI de Honduras

Objetivo	Gases, sectores y categorías	Serie temporal	Frecuencia del reporte	Formatos del reporte
Consolidar el Sistema Nacional del Inventario	Todos los gases de GEI estimados en los sectores de Energía, PIUP, Agricultura,	1990-2022 y series de futuras actualizaciones	Cada BTR y realizar actualizaciones intermedias según	- Documento de BTR y anexo (NID) consolidado con los resultados de las estimaciones

Objetivo	Gases, sectores y categorías	Serie temporal	Frecuencia del reporte	Formatos del reporte
	UTCUTS, Residuos (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFC, COVDM).		planificación del país.	- Tablas de Reporte Común (CRT) en la plataforma de la Convención. - Sistema de archivo del inventario (hojas de cálculo, bases de datos de actividad y factores de emisión), tablas transversales (metodología empleada, categorías, NE, NO, IE, NA, FX, C). - Otros documentos que evidencien la trazabilidad de la información.
Mejorar la calidad de las estimaciones en el sector de Energía	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, otros gases de acuerdo con la implementación de mejoras y estimación de nuevas categorías. Categorías: 1.A.1., 1.A.2., 1.A.3., 1.A.4., 1.A.5. (en caso de ocurrir), 1.B.1. (en caso de ocurrir), 1.B.2, 1.C. (en caso de ocurrir).	1990-2022 y series de futuras actualizaciones	Cada BTR y realizar actualizaciones intermedias según planificación del país.	Capítulo sectorial de BTR y anexo (NID) Hojas de cálculo con series de datos de actividad, factores de emisión de país o por defecto. Análisis de incertidumbre sectorial. Plan de implementación de control y garantía de la calidad en el sistema de archivo. Capítulo sectorial de BTR y anexo (NID) Hojas de cálculo con series de datos de actividad, factores de emisión de país o por defecto. Análisis de incertidumbre sectorial. Plan de implementación de control y garantía de la calidad en el sistema de archivo.
Mejorar la calidad de las estimaciones en el sector de PIUP	CO ₂ , HFC, COVDM (PFC, Mezclas no específicas de HFC y PFC, SF ₆ , NF ₃ de llegar a ocurrir) y otros de acuerdo con la implementación de mejoras y estimación de nuevas categorías). Categorías: 2.A., 2.B. (en caso de ocurrir), 2.C. 2.D. 2.E. (en caso de ocurrir), 2.F., 2.G. y 2.G.			
Mejorar la calidad de las estimaciones en el sector de Agricultura	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O. Categorías: 3.A., 3.B., 3.C., 3.D., 3.E., 3.F., 3.G., 3.H., 3.I., 3.J. (en caso de ocurrir).			
Mejorar la calidad de las estimaciones en el sector de UTCUTS	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O. Categorías: 4.A., 4.B., 4.C., 4.D., 4.E., 4.F., 4(IV), 4.G. y otras categorías y subcategorías que puedan estimarse a futuro.			
Mejorar la calidad de las estimaciones en el sector de Residuos	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O. Categorías: 5.A., 5.B., 5.C., 5.D., 5.E. (en caso de ocurrir).			

Objetivo	Gases, sectores y categorías	Serie temporal	Frecuencia del reporte	Formatos del reporte
Reducir la incertidumbre	Todos los gases y categorías reportadas en el inventario.	1990-2022 y series de futuras actualizaciones	Cada BTR y realizar actualizaciones intermedias según planificación del país	Documento del análisis sectorial de la incertidumbre e incertidumbre general, análisis de sensibilidad, categorías clave, hojas de cálculo (incertidumbre, datos de actividad y factores de emisión).
Utilizar el inventario de GEI como respaldo de programas y medidas sectoriales	Todos los gases reportados en el inventario. Gases clave por sector. Energía: CO ₂ . Agricultura: CO ₂ y CH ₄ . UTCUTS: CO ₂ . Residuos: CO ₂ y CH ₄ . PIUP:HFC.	1990-2022 y series de futuras actualizaciones	Cada BTR y realizar actualizaciones intermedias según planificación del país.	Tablas y gráficos de series temporales por sector o categoría, evolución de emisiones para medida o programa propuesto.
Utilizar el inventario de GEI como insumo para políticas y planificación interna	Todos los gases reportados en el inventario. Categorías claves para políticas.	1990-2022 y series de futuras actualizaciones	Cada BTR y cuando se actualicen políticas o estrategias nacionales/sectoriales	Resumen ejecutivo del comportamiento del inventario nacional, complementar con planes de acción climática, plane de desarrollo, etc.
Utilizar el inventario de GEI como base para la actualización y seguimiento de NDC	Gases cubiertos en la NDC y categorías asociadas a la NDC.	1990-último año del ciclo del inventario. Enfocar en periodos de implementación de la NDC	Cada ciclo de NDC y en cada ciclo de BTR para hacer seguimiento al progreso de la NDC.	Tablas CRT, capítulos del BTR relacionados con el progreso de la NDC. Comparaciones entre trayectoria observada del inventario y la trayectoria objetivo. Insumos para el capítulo de BTR para la sección de “Información necesaria para el seguimiento del progreso de la NDC”



1.2. Descripción de las circunstancias nacionales y arreglos institucionales

El desarrollo del INGEI en Honduras se realizó bajo la coordinación efectiva de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), en el marco institucional de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), mediante solicitudes formales dirigidas a diversas instituciones sectoriales, públicas y privadas con el fin de recabar datos de actividad y emisiones. En ese marco, la DNCC, en su calidad de autoridad nacional competente, actuó como intermediaria técnica para movilizar la colaboración interinstitucional necesaria.

Donde se recopiló información a partir de dos fuentes principales:

- Datos históricos provenientes de inventarios anteriores (cuando existían) y registros de actividad ya disponibles.
- Datos nuevos, para años adicionales, categorías o subcategorías de emisión que no habían sido calculadas previamente; así como información de fuentes nuevas o no consideradas antes, incluyendo estimaciones basadas en criterio técnico-experto cuando fue necesario.

Diversas instituciones del sector público y privado participaron suministrando estadísticas de actividad, consumo energético, producción industrial, uso de suelo, deforestación, gestión de residuos, agricultura, entre otros, según con los sectores definidos por la metodología del IPCC.

Este proceso implicó no solo la entrega de datos, sino también su verificación, validación y consolidación. Se realizaron reuniones técnicas con representantes sectoriales para revisar los datos de actividad, aclarar supuestos, resolver inconsistencias e interpretar los resultados preliminares. Estas instancias permitieron garantizar que las cifras reflejaran adecuadamente la realidad de cada sector.

No obstante, a pesar de estos esfuerzos, en el proceso se identificaron barreras relevantes que impactaron la institucionalización y la eficiencia del sistema:

- Hasta la fecha, no todas las instituciones proveedoras de datos han formalizado acuerdos institucionales permanentes con la SERNA, lo que limita la institucionalización del flujo de datos sectoriales. Según los propios reportes, la ausencia de dichos acuerdos ha representado un reto para consolidar un sistema más estructurado, sistemático y coordinado.
- En particular, la falta de un sistema de inventario totalmente sistematizado, es decir, una plataforma nacional estandarizada con capacidades automáticas de recolección, almacenamiento, tratamiento, auditoría, control de calidad, trazabilidad y generación de reportes periódicos ha dificultado el cumplimiento con

los criterios de transparencia, consistencia y periodicidad recomendados por el IPCC y los marcos de reporte internacional.

Con base en las brechas señaladas, se identifican los siguientes procesos prioritarios a fortalecer:

- Formalización de acuerdos institucionales permanentes y vinculantes entre la DNCC y las entidades sectoriales proveedoras de datos (públicas y privadas), para asegurar un flujo de información continuo, confiable y de largo plazo. Esto ayudaría a superar la dependencia de solicitudes puntuales por correo u oficio.
- Implementación de un sistema nacional para el inventario (base de datos central, plataforma interoperable, módulos sectoriales, trazabilidad, almacenamiento histórico), que permita sistematizar la recolección, tratamiento, control de calidad y generación de reportes periódicos.
- Capacitación sostenida del personal técnico nacional en metodologías del IPCC, estimación de incertidumbres, revisión de datos de actividad, análisis sectorial, documentación y trazabilidad para asegurar consistencia en el largo plazo.
- Integración del inventario dentro de un sistema climático más amplio (como lo es el SNMCC), de modo que los datos de emisiones, adaptación, pérdidas y daños, financiamiento climático, políticas sectoriales y medidas de mitigación estén articulados y disponibles para la planificación, monitoreo y reporte nacional e internacional.

1.2.1. Entidad nacional o punto focal nacional

En Honduras, la DNCC de la SERNA es la entidad rectora para la coordinación de las políticas, acciones y procesos nacionales relacionados con el cambio climático. Entre sus funciones centrales se encuentra la preparación, actualización y reporte del INGEI.

El marco jurídico para la gestión climática del país está establecido en la Ley de Cambio Climático, promulgada mediante el Decreto N.º 297-2013. Esta normativa define las

responsabilidades institucionales para el monitoreo, reporte y verificación (MRV) del cambio climático, otorgando a la SERNA (a través de la DNCC) el mandato para conducir y asegurar la implementación de dichos procesos a nivel nacional.

La DNCC fue formalmente creada mediante el Acuerdo N.º 1204-2013, el cual establece su estructura organizativa dentro de la SERNA e institucionaliza unidades técnicas especializadas, incluyendo la unidad responsable del INGEI. La gobernanza del sistema se complementa con el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) y el Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático (CTICC), mecanismos que facilitan la coordinación multisectorial, el asesoramiento técnico y la participación de instituciones públicas clave en la generación y validación de información climática (SERNA, 2013).

La centralización del INGEI en la DNCC permite contar con un punto focal técnico con competencias claras, fortaleciendo la articulación interinstitucional a través del CICC y el CTICC, garantizando procesos de generación de datos transparentes y consistentes. Este modelo contribuye a la credibilidad del inventario nacional, mejora la coherencia entre las políticas climáticas y ambientales del país y respalda el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Honduras.

De acuerdo con esto, dentro de la estructura operativa del ciclo de elaboración del INGEI descrito en este informe se estructuró con los siguientes actores y responsabilidades:

DNCC (coordinación general): la DNCC, actuó como ente centralizador y facilitador entre las instituciones sectoriales y el equipo técnico especializado en estimaciones. Fue responsable de canalizar las solicitudes de datos, coordinar la recolección, consolidar la información recibida, supervisar que el proceso cumpliera con las metodologías y requisitos del IPCC y del marco de transparencia internacional, y finalmente aprobar las versiones definitivas de cada uno de los capítulos sectoriales.

Entidades sectoriales: organismos públicos, privados y otros actores con datos sectoriales relevantes. Estas instituciones suministraron información de actividad sectorial, producción, consumo, uso de suelo, manejo de residuos, entre otros, según su ámbito de competencia en respuesta a las solicitudes formales de la DNCC. También participaron en la revisión y validación técnica de resultados preliminares y definitivos, contribuyendo con su experiencia para asegurar que las estimaciones reflejaran las condiciones reales del sector.

Equipo técnico consultor: se conformó un equipo técnico consultores nacionales e internacionales especializados en las categorías sectoriales del IPCC. Que fueron los encargados de procesar datos, aplicar las metodologías correspondientes, calcular emisiones y remociones, analizar incertidumbres y elaborar cada uno de los capítulos del inventario nacional.

1.2.2. Proceso de elaboración del inventario

Bajo el liderazgo de la DNCC se coordinan los esfuerzos interinstitucionales necesarios para integrar datos, proporcionar conocimiento técnico especializado y suministrar la información requerida para la elaboración del INGEI.

Para llevar a cabo estas actividades y cumplir con los plazos y requisitos establecidos por la CMNUCC, Honduras ha institucionalizado un sistema nacional, el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), que tiene la finalidad de recopilar, compilar, procesar, analizar, transformar y consolidar datos de actividad y emisión/remoción de GEI provenientes de los distintos sectores, por medio de información relevante e instituciones clave como las estadísticas nacionales provistas por entidades como el Instituto Nacional de Estadística (INE) o el Banco Central de Honduras (BCH).

Más recientemente, Honduras ha fortalecido su sistema nacional de información climática a través del Sistema Nacional de Monitoreo de Cambio Climático (SNMCC), que opera bajo

la DNCC. Este sistema tiene por objetivo integrar los distintos componentes de información climática no solo emisiones, sino también adaptación, pérdidas y daños, financiamiento climático, entre otros y servir como plataforma nacional de monitoreo, reporte, verificación y evaluación (MRV + MEL).

De este modo, la institucionalización del SINGEI en el marco del SNMCC permite consolidar un sistema nacional de información sobre cambio climático, con procesos estandarizados, roles definidos, flujo de datos interinstitucional, y capacidad para generar reportes periódicos tanto para uso nacional como para los compromisos ante la CMNUCC. Esto fortalece la credibilidad del inventario, promueve la coordinación entre sectores y asegura que las decisiones de política climática se fundamenten en información técnica robusta.

La elaboración del inventario de gases de efecto invernadero para Honduras consta de seis (6) fases o procesos cíclicos, es decir interdependientes. En la Figura 1-1 se evidencia cómo las decisiones tomadas en etapas tempranas influyeron en la precisión y el éxito del desarrollo del inventario final.

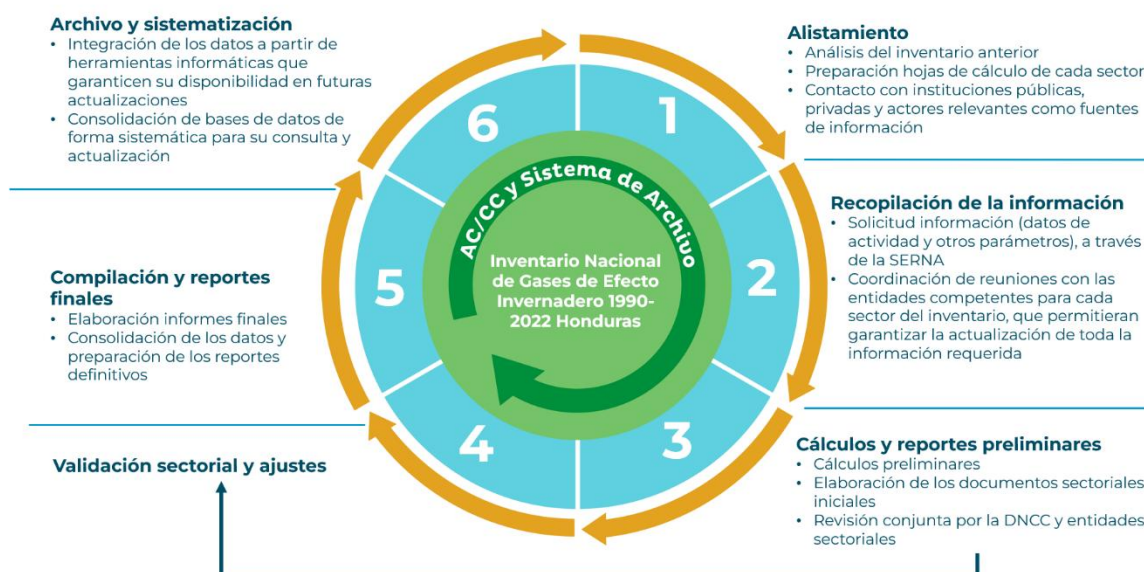


Figura 1-1. Ciclo de preparación del INGEI en Honduras.

Cada etapa del ciclo de preparación del INGEI en Honduras cumple una función específica dentro de ese objetivo global:

1

Alistamiento: prepara el terreno técnico e institucional (revisión del inventario anterior, hojas de cálculo sectoriales, contacto con proveedores) para asegurar que la recolección y el cálculo se realicen con criterios homogéneos y planificados.

2

Recopilación: garantiza la obtención de datos de actividad y fuentes relevantes mediante solicitudes formales y coordinación interinstitucional, generando los insumos para el inventario.

3

Cálculos y reportes preliminares: transforma las series de actividad en emisiones/remociones aplicando metodologías (IPCC), factores y modelos; produciendo documentos sectoriales para discusión a nivel institucional.

4

Validación sectorial y ajustes: somete los resultados preliminares a revisión técnica por los proveedores y expertos sectoriales, corrige supuestos y resuelve inconsistencias para mejorar representatividad y exactitud.

5

Compilación y reportes finales: integra las versiones sectoriales validadas en el Inventario Nacional y en el Informe Nacional (NIR/BTR u otros), incorporando documentación metodológica, estimaciones de incertidumbre y recálculos.

6

Archivo y sistematización: preserva todos los insumos (DA, FE, hojas de cálculo, *scripts*, registros AC/CC, actas de reuniones, acuerdos con proveedores) en un repositorio organizado y respaldado, asegurando trazabilidad, reproducibilidad y continuidad en futuras actualizaciones.

Transversal a todo el ciclo, el aseguramiento y control de calidad (AC/CC) actúa como garantes de consistencia, transparencia y credibilidad técnica. El archivo y la sistematización

formalizan la gobernanza de la información, permitiendo auditorías internas o externas, revisiones históricas y mejoras continuas.

En conjunto, la finalidad de estos procesos es proporcionar a Honduras un sistema nacional de información climática robusto que: (i) produzca estimaciones periódicas y verificables de emisiones y remociones; (ii) habilite el cumplimiento de obligaciones internacionales (CMNUCC, NDC, BTR/NID); (iii) sirva como insumo técnico para la formulación y evaluación de políticas públicas de mitigación y financiamiento climático; y (iv) garantice la continuidad institucional mediante la documentación, el almacenamiento seguro y la mejora continua del inventario.

Este proceso se sustenta en una estructura institucional que asegura la coordinación, validez técnica y consistencia de la información reportada. De acuerdo con el esquema presentado en la Figura 1-2, se identifica la estructura del Sistema Nacional de Inventario, allí se observa como las instituciones y otras entidades aportan información para la elaboración del inventario. Que, en conjunto, aseguran que el INGEI de Honduras sea un proceso robusto, transparente y sistemático, respaldado por la cooperación entre la DNCC, los equipos técnicos sectoriales, las entidades proveedoras de datos, lo que permite cumplir con los estándares del IPCC, fortalecer la gobernanza climática del país y asegurar la generación continua de información de alta calidad para la toma de decisiones y el reporte internacional.

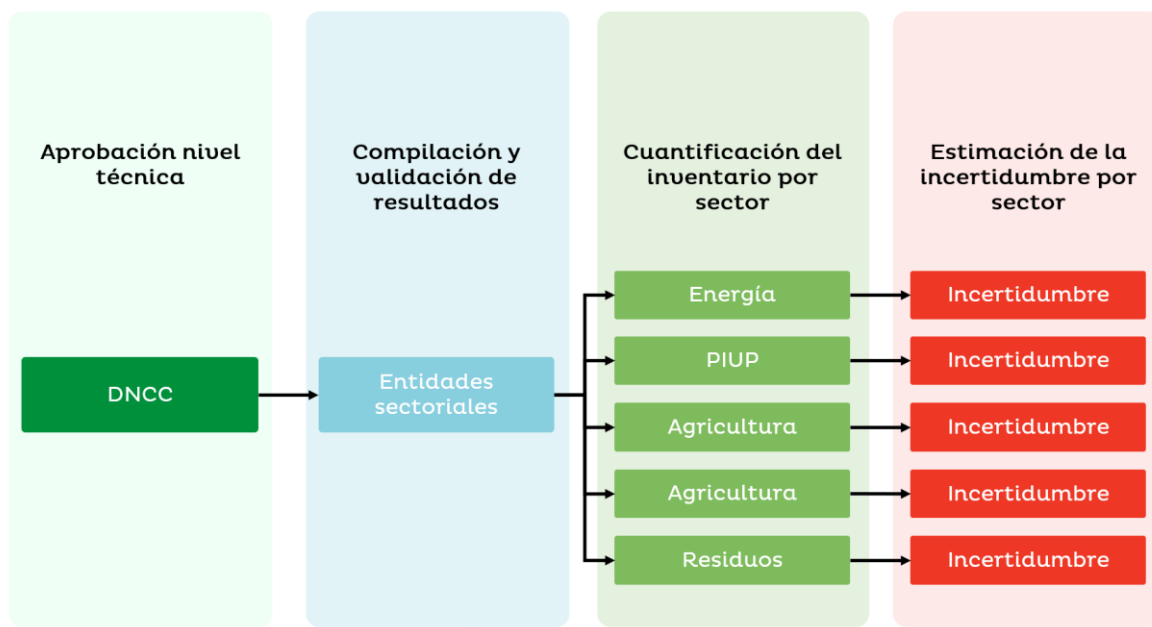


Figura 1-2. Diagrama de la estructura del sistema nacional de inventarios de Honduras

1.2.3. Archivo de la información

Para adaptarse al contexto de Honduras, se ha estructurado un sistema de documentación y archivo para el INGEI utilizando la herramienta Whimsical, que presenta las siguientes características en su manejo:

Es una plataforma gratuita y accesible online.

Permite estructurar redes conceptuales dinámicas y realizar consultas rápidas sobre relaciones entre datos, documentos, fuentes y versiones.

Cada archivo referenciado en Whimsical está enlazado a su copia real almacenada en un repositorio oficial en OneDrive, lo que facilita la navegación y el acceso centralizado.

El sistema de archivo para el inventario nacional de datos (NID / INGEI) está alojado en un espacio virtual en OneDrive, con una copia física adicional, con el fin de prevenir pérdidas de información. Esta doble modalidad responde a la necesidad de contar con respaldo seguro y accesible.

Se decidió implementar dicha herramienta, precisamente porque, conforme el volumen de datos, documentos, hojas de cálculo, versiones, metadatos y otros insumos aumenta, la

navegación directa en OneDrive puede volverse compleja. Actualmente, la estructura del inventario documental se visualiza de forma clara, a través de un mapa navegable (ver Figura 1-3), lo que mejora la gestión, localización y trazabilidad de la información. A continuación, se presenta la estructura general del sistema nacional de archivo del inventario, organizada según los conjuntos de datos para cada sector y las instituciones proveedoras de dicha información:

Tabla 1-3. Descripción de los conjuntos de datos del sistema de archivo de Honduras.

Conjunto de datos	Descripción	Sector	Categoría	Proveedor
Carbón coque Carbón Vegetal Fuel Oil Diesel Oil Gasolina GLP Jet Kerosene Leña Biomasa Bagazo Querosene Avgas	Terajulios de combustible.	Energía	1.A. Quema de Combustibles	Secretaría de Energía de Honduras. Secretaría de Recursos Naturales.
Producción de cemento. datos de importación y exportación de Clinker.	Toneladas de cemento producidas. Toneladas importadas de Clinker. Toneladas exportadas de Clinker producido.	PIUP	2.A. Industria de los minerales	Banco Central de Honduras.
Producción de cal	Toneladas de cal producida	PIUP		INGEOMINH
Consumo de lubricantes y cera de parafina.	Gigagramos de lubricantes consumidos. Gigagramos de cera de parafina consumida.	PIUP	2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	Banco Central de Honduras.
Importaciones de las sustancias o mezclas de HFC	Kilogramos de HFC.	PIUP	2.F. Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono	Unidad Técnica de Ozono de Honduras
Producción de aguardiente y licor compuesto	Toneladas de aguardiente y licor compuesto producido.	PIUP	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	Banco Central de Honduras
Producción de cerveza	Toneladas de cerveza producida.	PIUP		
Producción de refrescos	Toneladas de refrescos producidos.	PIUP		
Producción de harina de trigo	Toneladas de harina de trigo producido.	PIUP		
Ganado lechero Ganado no lechero Ovinos Porcinos Cabras Caballos Mulas y asnos	Cabezas de ganado reportado en el año	Agricultura	3.A. Fermentación entérica 3.B. Gestión del estiércol	FAOSTAT

Conjunto de datos	Descripción	Sector	Categoría	Proveedor
Arroz riego Arroz secano	Hectáreas de arroz riego y secano	Agricultura	3.C. Cultivo de arroz	FAOSTAT AGROBOLSA
Fertilizantes N inorgánicos Fertilizantes orgánicos N Áreas cosechadas de cultivos generadores de residuos Población animal de la categoría 3.A.	Kg de insumos nitrogenados. Hectáreas de cultivos	Agricultura	3.D. Suelos agrícolas	FAOSTAT
Área cosechada de caña de azúcar	Hectáreas cosechadas de caña de azúcar	Agricultura	3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	FAOSTAT
Piedra caliza CaCO_3 Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Toneladas de cal	Agricultura	3.G. Encalado	INHGEOMIN Datos históricos de BUR2
Toneladas de urea	Toneladas de cal	Agricultura	3.H. Aplicación de urea	FAOSTAT
Tierras forestales	Kilo hectáreas de las tierras forestales	UTCUTS	4.A. Tierras forestales	CfRN (Collect Earth Online (CEO))
Tierras de cultivo	Kilo hectáreas de las tierras de cultivo	UTCUTS	4.B. Tierras de cultivo	CfRN (Collect Earth Online (CEO))
Pastizales	Kilo hectáreas de pastizales	UTCUTS	4.C. Pastizales	CfRN (Collect Earth Online (CEO))
Humedales	Kilo hectáreas de humedales	UTCUTS	4.D. Humedales	CfRN (Collect Earth Online (CEO))
Asentamientos	Kilo hectáreas de asentamientos	UTCUTS	4.E. Asentamientos	CfRN (Collect Earth Online (CEO))
Madera aserrada Paneles a base de madera Papel y Cartón	Producción, importación y exportaciones de productos semiterminados de la madera (m3-t)	UTCUTS	4.G. Productos de la madera recolectada	FAOSTAT
Quema de Tierras Forestales, Tierras de Cultivos y Pastizales	Kilo hectáreas en las categorías de tierras quemadas	UTCUTS	4(IV) Quema de biomasa	CfRN: LuA app, MODIS MCD64A1, FIRMS, GOES, MODIS y Sentinel-2
Población nacional	Población (millones)	Residuos	5.A. Eliminación de residuos sólidos 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Población nacional Consumo anual per cápita de proteínas	Población (millones) Consumo per cápita anual de proteína	Residuos	5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

Conjunto de datos	Descripción	Sector	Categoría	Proveedor
	(kg/persona/ año)			FAOSTAT
Producción industrial para cada uno de los grupos industriales identificados	Toneladas producidas de cerveza, aguardiente, café, azúcar, harina de trigo, leche pasteurizada			Banco Central de Honduras

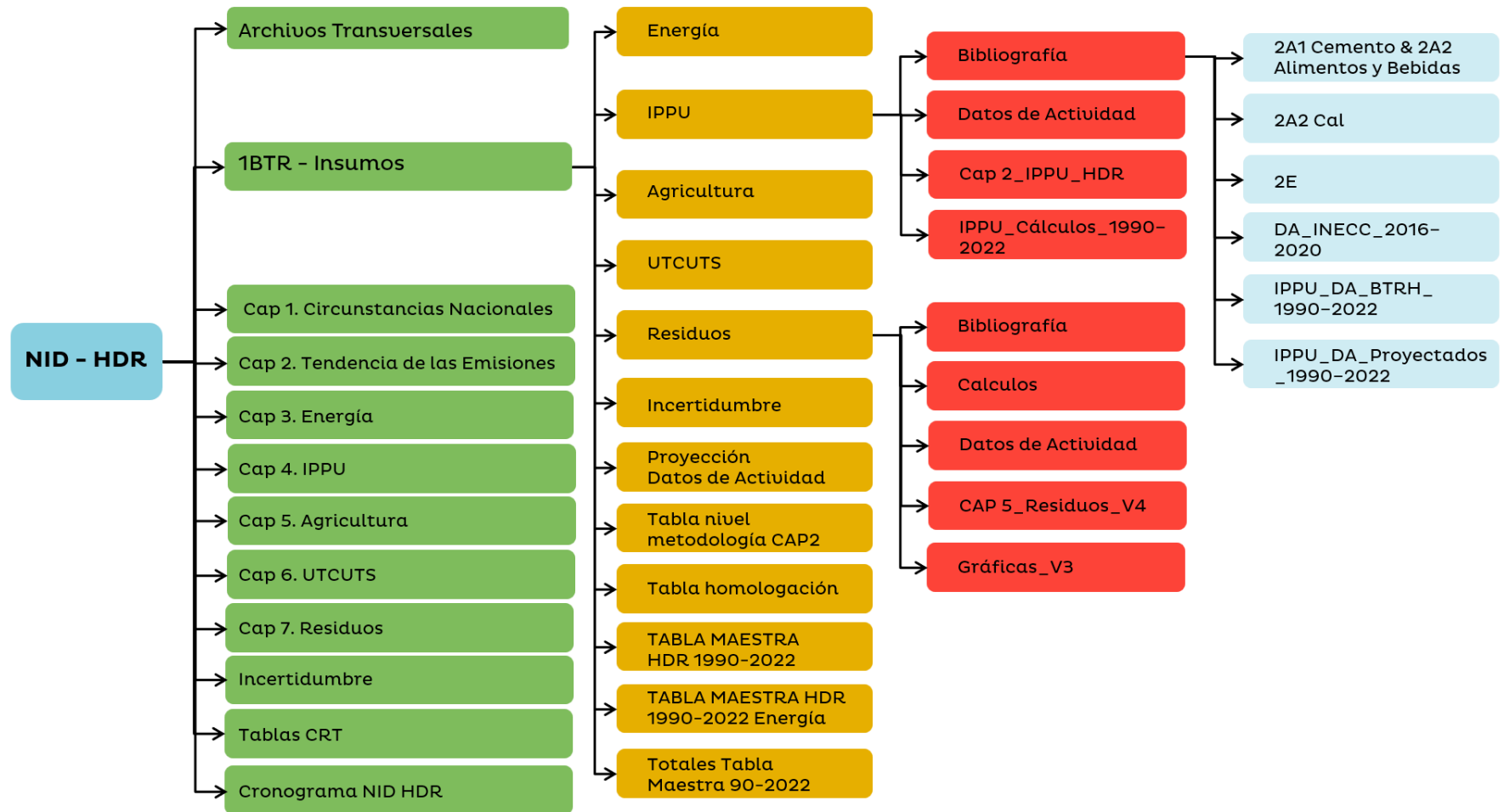


Figura 1-3. Diagrama del flujo de la información entre los conjuntos de dato

1.2.4. Proceso para el examen y la aprobación oficial del inventario

La DNCC/SERNA, como autoridad nacional competente, convoca y organiza el proceso de elaboración del INGEI, gestionando la recolección de información sectorial, su procesamiento técnico, los cálculos de emisiones/remociones y la compilación de resultados, con el acompañamiento de un equipo consultor especializado.

Una vez consolidada la base de datos, los cálculos y los resultados preliminares por sector, la DNCC estructura un borrador del inventario nacional, integrando los diferentes sectores energía, PIUP, agricultura, AFOLU y residuos, conforme a las metodologías recomendadas por el IPCC.

La DNCC promueve instancias de socialización con las instituciones proveedoras de datos (sectores públicos, privados y otros actores relevantes), presentando los resultados para cada uno de los sectores para su discusión técnica. Estas reuniones permiten revisar supuestos, verificar consistencia, resolver incoherencias, recoger observaciones sectoriales y detectar posibles fuentes de mejora para futuros ciclos.

A través de estas instancias, se busca asegurar que los resultados reflejen adecuadamente las condiciones reales de cada sector, garantizando transparencia, representatividad y respaldo institucional a las cifras consolidadas.

Finalizada la etapa de revisión técnica, la DNCC evalúa los insumos, observaciones y resultados consolidados, verificando el cumplimiento de las metodologías internacionales para inventarios nacionales de GEI y la consistencia interna del documento. En este punto, la DNCC actúa como autoridad técnica responsable de la aprobación de los insumos para la construcción del inventario. Con su aprobación, esta información base se consolida como versión oficial para la construcción del INGEI, quedando formalmente habilitado como insumo nacional y se procede con la elaboración del informe nacional (NID), que incluye los resultados del INGEI, las emisiones por sector, los supuestos metodológicos, los factores de emisión utilizados, las incertidumbres estimadas y toda la documentación de respaldo técnico.

Este informe final constituye la base para los reportes nacionales que Honduras debe presentar ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). De hecho,

el reciente primer Informe Bienal de Transparencia (BTR 2024) incluye la primera versión del INGEI 1990–2022.

El informe nacional, una vez finalizado, se incorpora al marco del SNMCC, que funciona como plataforma nacional para monitorear, reportar, verificar y evaluar la información climática del país (mitigación, adaptación, financiamiento, entre otros), con la DNCC como unidad responsable.



1.3. Descripción de las metodologías, métodos y fuentes de información

El Inventario Nacional de Honduras fue elaborado siguiendo las disposiciones establecidas en las Decisiones 5/CMA.3 y 18/CMA.1 de la CMNUCC, en el marco de las MPG del Acuerdo de París. Asimismo, se aplicaron las Directrices del IPCC para la cuantificación y estimación de las emisiones/adsorciones de GEI y el desarrollo del inventario (IPCC 2006; Refinamiento 2019), junto con la Guía de Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre de las Directrices de 2006, garantizando la consistencia metodológica y la calidad de las estimaciones. El inventario abarca un período de 32 años, con 1990 como año base y 2022 como año de cierre.

Los gases de efecto invernadero considerados en el inventario incluyen:

Dióxido de carbono (CO₂)

Hidrofluorocarbonos (HFC)

Metano (CH₄)

Compuestos orgánicos volátiles
distintos del metano (COVDM).

Óxido nitroso (N₂O)

Estos gases se cuantifican y analizan de forma sectorial, de acuerdo con los cinco (5) sectores definidos por las Directrices del IPCC, descritos a continuación:



Energía: cuantifica las emisiones generadas por las actividades de combustión y uso de energía en los distintos subsectores del país. La estimación se desarrolló principalmente con metodologías de Nivel 1, utilizando factores de emisión por defecto, lo que asegura la consistencia metodológica a lo largo de toda la serie temporal y facilita la comparabilidad interanual.

Los datos de actividad provienen de fuentes oficiales nacionales; en los casos en los que no existía información completa para determinados años, se aplicaron procedimientos de extrapolación, interpolación y reconstrucción de series históricas alineándose con las buenas prácticas del IPCC.



Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP): estima las emisiones derivadas de procesos industriales que implican transformaciones fisicoquímicas, así como aquellas asociadas al uso de productos que liberan gases de efecto invernadero. La estimación se desarrolló principalmente mediante metodologías de Nivel 1, empleando factores de emisión por defecto.

Este enfoque garantiza la uniformidad metodológica a lo largo de la serie temporal y favorece la comparabilidad interanual de las estimaciones.

Los datos de actividad provienen de fuentes oficiales nacionales, complementados cuando fue necesario con información internacional estandarizada. En este sector, Honduras aplica la flexibilidad establecida en el párrafo 48 de la Decisión 18/CMA.1, reportando únicamente los gases para los cuales dispone información suficiente y metodologías aplicables. En consecuencia, no se estiman emisiones de SF₆, las cuales se clasifican como *NE* (no estimado) en el inventario.



Agricultura: incorpora las emisiones provenientes de la gestión del ganado, la fermentación entérica, el manejo del estiércol y las prácticas agrícolas que afectan los suelos agropecuarios. Las estimaciones se realizaron principalmente mediante metodologías de Nivel 1, utilizando factores de emisión por defecto, aplicados a las especies y sistemas de producción presentes en el territorio hondureño.

Las emisiones provenientes de búfalos no fueron estimadas (NE), debido a la ausencia de datos oficiales que permitan caracterizar adecuadamente su población, parámetros productivos y condiciones de manejo, o que confirmen su permanencia en el país durante la serie temporal.

Asimismo, no se estimaron las categorías 3.D.1.b.iii. (*otros fertilizantes orgánicos aplicados al suelo*), 3.D.1.e. (*emisiones por mineralización e inmovilización de N asociadas a cambios en el contenido de materia orgánica*), y 3.D.1.f. (*cultivo de suelos orgánicos – Histosoles*), debido a limitaciones en la disponibilidad de datos nacionales y en los parámetros necesarios para su cuantificación con un nivel metodológico adecuado.

La mayor parte de los datos de actividad utilizados proviene de fuentes oficiales nacionales. No obstante, para completar la serie 1990–2022, fue necesario aplicar técnicas de reconstrucción de series históricas en los años con ausencia de información. Este proceso incluyó el uso de proyecciones y retroproyecciones mediante modelos estadísticos de mejor ajuste, seleccionados con base en criterios de precisión, coherencia y estabilidad temporal, con el fin de garantizar la consistencia de las estimaciones a lo largo de todo el periodo evaluado.



Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS): cuantifica tanto las emisiones como las absorciones de GEI asociadas a cambios en las reservas de carbono en biomasa viva, biomasa muerta y carbono orgánico del suelo.

Honduras empleó mayoritariamente metodologías de Nivel 2 para las categorías en las que dispone de información nacional específica, utilizando factores de emisión y remoción derivados

del Inventario Nacional Forestal (INF). Para las categorías en las que no se cuenta con información nacional suficiente, se aplicaron metodologías de Nivel 1 utilizando los factores por defecto, garantizando así la completitud y consistencia del inventario.

No se realizaron estimaciones en las categorías Humedales, Asentamientos y Otras Tierras debido a que permanecieron sin cambios.



Residuos: estima las emisiones generadas por la descomposición de materia orgánica presente en residuos sólidos y aguas residuales. Para su cuantificación, se aplicó

metodologías de Nivel 1 y Nivel 2, seleccionadas en función de la disponibilidad, calidad y resolución de los datos nacionales. Para la subcategoría 5.A. disposición de residuos sólidos en sitios de disposición final, se aplicó el modelo de descomposición de

primer orden (*First Order Decay*, FOD) recomendado por el IPCC, lo que permitió representar de manera más realista la dinámica temporal de generación de metano en función del contenido de materia degradable en los residuos.

Las estimaciones se basaron principalmente en información de actividad proveniente de fuentes oficiales nacionales, incluyendo datos demográficos, productivos, de consumo y de generación de residuos, lo que contribuyó a garantizar la representatividad y trazabilidad del sector dentro del inventario nacional.

De forma general, la mayoría de las estimaciones para los diferentes sectores se desarrollaron utilizando metodologías de Nivel 1, aplicando factores de emisión por defecto tras evaluar su pertinencia frente a las condiciones nacionales, que abarcan:

1. Disponibilidad de datos y desagregación limitada
2. Comparabilidad internacional y homogeneidad temporal: Mantener consistencia a lo largo del tiempo (serie histórica) y comparación con otros países, especialmente cuando el país no ha desarrollado aún su propio banco de factores de emisión o datos sectoriales estables.
3. Recursos técnicos, institucionales o económicos limitados

Este enfoque es consistente con las buenas prácticas del IPCC cuando no se dispone de información más desagregada o factores de emisión específicos del país. Según el IPCC (2006), es recomendable de todas formas, que las entidades responsables verifiquen la aplicabilidad de los factores por defecto antes de su uso, garantizando que reflejen adecuadamente la realidad nacional.

En los sectores UTCUTS y Residuos, se implementaron metodologías de Nivel 2 cuando la disponibilidad y calidad de los datos lo permitieron o cuando fue necesario mejorar la precisión de las estimaciones. Para UTCUTS el país cuenta con factores de emisión específicos derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, específicamente se utilizaron para las categorías y subcategorías de depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y suelos en Tierras Forestales, así como algunos factores de Nivel 2 para Tierras de Cultivo y Pastizales; para las demás categorías se recurrió a factores por defecto. En el sector Residuos, la metodología de Nivel 2 se aplicó específicamente en la subcategoría 5.A. Disposición de residuos sólidos, mediante el uso del modelo FOD, lo que permitió capturar de forma más precisa la dinámica temporal de generación de metano.

Para fortalecer la transparencia y claridad del inventario, Honduras aplicó las claves de notación establecidas en el párrafo 31 de la Decisión 18/CMA.1 (UNFCCC, 2018), las cuales se incorporaron en las Tablas de Reporte Común (CRT) de la siguiente manera:

- **NO (no ocurre):** Categorías o procesos que no se presentan en el país.
- **NE (no estimado):** Emisiones o remociones que no han sido estimadas, aun cuando la actividad pueda ocurrir en el territorio nacional.
- **NA (no aplicable):** Actividades dentro de una categoría de fuente o sumidero que no generan emisiones o remociones del gas correspondiente.
- **IE (incluido en otra parte):** Emisiones o remociones estimadas que se reportan dentro de otra categoría distinta a la que normalmente correspondería.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de las metodologías utilizadas por categoría y subcategoría sectorial, así como los gases considerados y el nivel metodológico aplicado.

Tabla 1-4. Resumen de métodos aplicados en el inventario de Honduras.

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆		NF ₃	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.	Energía	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA								
1.A.	Actividades de quema de combustible	T1	D	T1	D	T1	D								
1.A.1.	Industrias de la energía	T1	D	T1	D	T1	D								
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	T1	D	T1	D	T1	D								
1.A.3.	Transporte	T1	D	T1	D	T1	D								
1.A.4.	Otros sectores	T1	D	T1	D	T1	D								
1.A.5.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
1.B.1.	Combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NA	NA												
2.	Procesos industriales y uso de productos	T1,T2,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA	T1a,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.A.	Industria de los minerales	T1,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA								
2.B.	Industria química	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C.	Industria de los metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1,T2,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA								
2.E.	Industria electrónica					NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO							T1a,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.H.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.	Agricultura	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA								
3.A.	Fermentación entérica			T1,NA	D,NA										
3.B.	Gestión del estiércol			T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA								
3.C.	Cultivo del arroz			T1,NA	D,NA										
3.D.	Suelos agrícolas			NA	NA	T1,NA	D,NA								
3.E.	Quema prescrita de sabanas			NA	NA	NA	NA								
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo			T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA								
3.G.	Encalado	T1	D												

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆		NF ₃	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.H.	Aplicación de urea	T1	D												
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NA	NA												
3.J.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	T1,T1a,T2,NA	D,CS,NA	T2,T1,NA	CS,D,NA	T2,T1,NA	CS,D,NA								
4.A.	Tierras forestales	T2, T1a, NA	CS, D	NA	NA	NA	NA								
4.B.	Tierras de cultivo	T2, T1a, NA	CS, D	NA	NA	NA	NA								
4.C.	Pastizales	T2, T1a, NA	CS, D	NA	NA	NA	NA								
4.D.	Humedales	T1a, NA	CS, D	NA	NA	NA	NA								
4.E.	Asentamientos	T1a, NA	CS, D	NA	NA	NA	NA								
4.F.	Otras tierras	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
4.G.	Productos de madera recolectada	T1	D												
4(IV)	Quema de biomasa	NA	NA	T1	D	T1	D								
4.H.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
5.	Residuos	T1,NA	D,NA	T1,T2,NA,	M,NA,D	T1,NA	D,NA								
5.A.	Disposición de residuos sólidos			T2	M										
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos			NA	NA	NA	NA								
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	T1	D	T1	D	T1	D								
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D								
5.E.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
6	Otro	NA	NA	NA	NA	NA	NA								

D = por defecto del IPCC; T1 = método de Nivel 1 del IPCC; T1a, T1b, T1c = método de Nivel 1a, 1b, 1c del IPCC, respectivamente; T2 = método de Nivel 2 del IPCC; T3 = método de Nivel 3 del IPCC; CS = país específico; M = modelo. NA=No Aplica

Honduras cuenta con múltiples fuentes oficiales de datos de actividad que alimentan el cálculo del inventario. Entre las principales se encuentran: la SERNA, la Secretaría de Energía de Honduras (SEN), el Banco Central de Honduras (BCH), el Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN), la Unidad Técnica de Ozono de Honduras (UTOH), la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), así como los datos generados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

En relación con los factores de emisión, la mayoría fueron seleccionados a partir de los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019. El uso de estos factores por defecto constituye una práctica metodológica aceptada en el marco de la CMNUCC y es recomendado cuando el país no dispone de factores de emisión específicos, estudios nacionales o datos suficientemente desagregados que permitan derivar valores propios con mayor precisión.

No obstante, en aquellos sectores donde el país contó con información nacional, específicamente en los sectores de UTCUTS y Residuos se adoptaron factores de emisión desarrollados a partir de datos locales. En el caso de UTCUTS, se emplearon factores derivados del Inventario Nacional Forestal, los cuales reflejan de manera más precisa la dinámica del carbono en los ecosistemas del país. Para el sector de Residuos, especialmente en la estimación de metano procedente de la disposición final de residuos sólidos, se aplicaron factores y parámetros nacionales en conjunto con el método *First Order Decay* (FOD) recomendado por el IPCC.

Este enfoque metodológico, que combina factores de emisión nacionales con valores por defecto cuando es necesario, junto con métodos de estimación seleccionados según la disponibilidad y calidad de la información, permite maximizar la cobertura del inventario, asegurar la consistencia con las directrices internacionales y mejorar la representatividad de las estimaciones para las condiciones nacionales.



1.4. Descripción de las categorías principales

La identificación de categorías principales constituye un paso esencial para optimizar el uso de recursos limitados en la elaboración de inventarios de GEI. Estas categorías se distinguen por su contribución relevante a las emisiones o absorciones totales, ya sea por su magnitud, comportamiento temporal o por los niveles de incertidumbre asociados a sus estimaciones. Su reconocimiento permite focalizar esfuerzos en los componentes que más influyen en la exactitud del inventario nacional.

Dado su peso dentro del balance de GEI, se recomienda asignar los recursos disponibles a mejorar de manera prioritaria los datos y métodos aplicados a estas categorías, empleando enfoques metodológicos más detallados y de mayor nivel. Cuando una categoría principal no pueda abordarse con las metodologías recomendadas, debe considerarse como un objetivo prioritario de mejora en ciclos futuros del inventario. Asimismo, estas categorías requieren atención reforzada dentro de los procesos de aseguramiento y control de la calidad, garantizando que sus estimaciones sean lo más consistentes, precisas y transparentes posible.

Cuando se dispone de estimaciones de incertidumbre desarrolladas a nivel nacional, es posible evaluar la relevancia de las categorías clave considerando dos dimensiones fundamentales: nivel y tendencia. El análisis por nivel determina la contribución porcentual de cada categoría al inventario total de emisiones en el año final del inventario, mientras que el análisis por tendencia evalúa la manera en que cada categoría influye en la variación de las emisiones a lo largo del tiempo, comparando los cambios observados entre 1990 y 2022.

Para esta evaluación se emplean dos métodos principales. El Método 1 se basa exclusivamente en el nivel y la tendencia de las emisiones, permitiendo identificar categorías clave utilizando únicamente los datos de actividad y factores de emisión. El Método 2, en contraste, incorpora explícitamente las estimaciones de incertidumbre, lo que posibilita un análisis estadístico más robusto y una identificación más precisa de las categorías clave mediante criterios formales definidos por el IPCC. Este segundo método resulta especialmente útil en inventarios donde la calidad o disponibilidad de datos puede variar entre sectores. En el caso del INGEI de Honduras, ambos métodos fueron aplicados conforme a las directrices establecidas en el Volumen 1, Capítulo 4 de las directrices del IPCC 2006. Las ecuaciones específicas utilizadas en el proceso se presentan a continuación.

- **Ecuación 1.** Evaluación de nivel (Método 1).

$$L_{x,t} = \frac{|E_{x,t}|}{\sum_y |E_{y,t}|}$$

Donde:

$L_{x,t}$ = Evaluación de nivel para x de fuente o sumidero del último año del inventario (año t);

$|E_{x,t}|$ = valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría x de fuente o sumidero del año t;

$\sum |E_{x,t}|$ = aporte total, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones del año t, calculados según el nivel de agregación elegido por el país para el análisis de categorías principales. Puesto que se introducen tanto las emisiones como las absorciones con signo positivo, el aporte/nivel total puede ser mayor que el total de emisiones del país, menos las absorciones.

- **Ecuación 2.** Evaluación de tendencia (Método 1).

$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} * \left| \left[\frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} \right] - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|} \right|$$

Donde:

$T_{x,t}$ = evaluación de tendencia de la categoría x de fuente o sumidero del año t, en comparación con el año de base (año 0);

$|E_{x,0}|$ = valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría x de fuente o sumidero del año 0;

$E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ = valores reales de las estimaciones de la categoría x de fuente o sumidero de los años t y 0, respectivamente;

$\sum E_{y,t}$ $\sum E_{y,0}$ = estimaciones totales del inventario de los años t y 0, respectivamente.

- **Ecuación 3.** Evaluación de tendencia con emisiones cero del año de base.

$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|}$$

- Ecuación 4. Evaluación de nivel (Método 2).

$$LU_{x,t} = \frac{(L_{x,t} * U_{x,t})}{\sum_y [(L_{y,t} * U_{y,t})]}$$

Donde:

- $LU_{x,t}$ = evaluación de nivel para la categoría x del último año del inventario (año t) con incertidumbre;
- $L_{x,t}$ = se computa como en la Ecuación 4.1.;
- $U_{x,t}$ = porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año t, calculado como se describe en el Capítulo 3 y se declara en la Columna G del Cuadro 3.3. Si la incertidumbre declarada en el Cuadro 3.3 es asimétrica, debe utilizarse la incertidumbre mayor. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

- Ecuación 5. Evaluación de tendencia (Método 2).

$$TU_{x,t} = (T_{x,t} * U_{x,t})$$

Donde:

- $TU_{x,t}$ = evaluación de tendencia para la categoría x del último año del inventario (año t) con incertidumbre
- $T_{x,t}$ = evaluación de tendencia computada como en la Ecuación 4.2
- $U_{x,t}$ = porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año t calculado como se describe en el Capítulo 3. Nótese que es la misma incertidumbre que en el total de la Columna G del Cuadro 3.3 del Capítulo 3, no la evaluación de incertidumbre para la tendencia. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

Los resultados para las categorías clave siguieron cuatro criterios de identificación, a saber: N1: enfoque cuantitativo que evalúa el nivel de contribución de diferentes categorías en un sistema de inventario, donde determina la influencia (valores 2022) que ejercen cada categoría de fuentes y sumideros (emisiones) sobre el total; N2: enfoque que permite identificar y priorizar

categorías que no solo son significativas en términos de contribución (N1), sino que también presentan un alto grado de incertidumbre; T1: enfoque que permite identificar categorías que muestran cambios significativos a lo largo del tiempo, evalúa la influencia de la tendencia (valores entre 1990 y 2022) que ejercen cada categoría de fuentes y sumideros (emisiones) sobre el total; y T2: enfoque que permite identificar categorías que muestran cambios significativos a lo largo del tiempo (T1) y que también presentan un alto grado de incertidumbre.

Los resultados generales con el sector UTCUTS se presentan en la Tabla 1-5 y las categorías clave sin el sector UTCUTS se presentan en la Tabla 1-6.

Tabla 1-5. Resumen del análisis de categorías clave con el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de Identificación					
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	N1_At		N2_At		N1_A0	N2_A0
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	N1_At		N2_At		N1_A0	
1.A.3. Transporte	CO ₂	N1_At	T1	N2_At		N1_A0	N2_A0
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	N1_At	T1				
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	N1_At				N1_A0	
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	N1_At		N2_At		N1_A0	
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O		T1				
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
3.A.1. Ganado	CH ₄	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	N1_At	T1				
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	N1_At					
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂	N1_At					
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	N1_At	T1				
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	N1_At	T1	N2_At		N1_A0	
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	N1_At	T1		T2		
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	N1_At		N2_At		N1_A0	
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	N1_At		N2_At		N1_A0	N2_A0

N1_At: Categoría principal por evaluación de nivel (método 1) en el año final del INGEI; N2_At: Categoría principal por evaluación de nivel (método 2) en el año final del INGEI; N1_A0: Categoría principal por evaluación de nivel (método 1) en el año inicial del INGEI; N2_A0: Categoría principal por evaluación de nivel (método 2) en el año inicial del INGEI.

Tabla 1-6. Resumen del análisis de categorías clave sin el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de Identificación					
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	N1_At	T1	N2_At		N1_A0	N2_A0
1.A.3. Transporte	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	N1_At	T1	N2_At	T2		N2_A0
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	N1_At	T1	N2_At	T2		
3.A.4. Otro Ganado	CH ₄		T1				
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
3.H. Aplicación de urea	CO ₂		T1				
3.A.1 Ganado	CH ₄	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	N1_At	T1		T2	N1_A0	
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	N1_At	T1		T2	N1_A0	
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	N1_At	T1	N2_At	T2	N1_A0	N2_A0
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	CO ₂	N1_At					
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	N1_At		N2_At		N1_A0	N2_A0
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	N1_At	T1			N1_A0	

N1_At: Categoría principal por evaluación de nivel (método 1) en el año final del INGEI; N2_At: Categoría principal por evaluación de nivel (método 2) en el año final del INGEI; N1_A0: Categoría principal por evaluación de nivel (método 1) en el año inicial del INGEI; N2_A0: Categoría principal por evaluación de nivel (método 2) en el año inicial del INGEI.

Acorde con las directrices del IPCC, cuando el inventario incluye estimaciones para múltiples años, constituye una buena práctica evaluar la contribución de cada categoría tanto al nivel como a la tendencia mediante el Método 1. Esta evaluación permite identificar las categorías de fuentes y sumideros con mayor influencia sobre el inventario nacional, optimizando los esfuerzos de mejora metodológica. Los resultados del análisis por nivel se resumen en la Tabla 1-7, donde se observa que el sector UTCUTS continúa siendo el de mayor peso relativo, aportando 57.45 % al total acumulativo del inventario, seguido del sector Energía con 15.27 %.

Dentro de las categorías individuales, destacan de forma marcada 4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales, cuyo valor absoluto alcanza 25,381.87 kt CO₂ eq, representando 35.18 % del nivel total. Le sigue 4.C.2.a Tierras forestales convertidas en pastizales, con 16,067.22 kt

CO₂ eq, equivalente a 22.27 %. En conjunto, estas dos categorías representan más del 57 % del aporte total del inventario, reflejando su papel dominante en los flujos de carbono del país.

En esta actualización resalta además la incorporación de la categoría 3.F.4 Caña de azúcar (emisiones de N₂O por quema de residuos agrícolas), que alcanza 2,015.59 kt CO₂ eq, equivalente a 2.79 % del nivel total. Esta categoría, al ser nueva en el análisis, asciende inmediatamente a una posición relevante dentro del inventario, superando a varias categorías tradicionales del sector Energía e Industria.

Tabla 1-7. Resultados categorías clave método 1 – nivel con el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Lx,t	Total acumulativo
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-25,381.87	25,381.87	35.18%	35.18%
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	16,067.22	16,067.22	22.27%	57.45%
3.A.1. Ganado	CH ₄	5,042.05	5,042.05	6.99%	64.43%
1.A.3. Transporte	CO ₂	4,684.90	4,684.90	6.49%	70.93%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	3,099.96	3,099.96	4.30%	75.22%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	2,015.59	2,015.59	2.79%	78.02%
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-1,922.27	1,922.27	2.66%	80.68%
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	1,752.69	1,752.69	2.43%	83.11%
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	1,515.57	1,515.57	2.10%	85.21%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	1,079.39	1,079.39	1.50%	86.71%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	942.81	942.81	1.31%	88.01%
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	-885.40	885.40	1.23%	89.24%
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	775.56	775.56	1.07%	90.31%
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	774.86	774.86	1.07%	91.39%
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	-580.51	580.51	0.80%	92.19%
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	504.06	504.06	0.70%	92.89%
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	406.57	406.57	0.56%	93.46%
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	-397.98	397.98	0.55%	94.01%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	395.56	395.56	0.55%	94.56%
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂	375.8	375.8	0.52%	95.08%

La evaluación del aporte a la tendencia del INGEI confirma que las categorías 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales y 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales son las de mayor relevancia en este parámetro (ver Tabla 1-8). En conjunto, estas dos categorías explican 75.70 % del total acumulativo de la tendencia, valor coherente con los resultados obtenidos mediante la Ecuación 4.3 del Volumen 1, Capítulo 4 de las directrices 2006 del IPCC, que arroja coeficientes de 0.9800 para 4.A.1 y 0.3266 para 4.C.2.a.

Además de estas categorías dominantes, se observa la contribución relevante del sector agrícola mediante 3.A.1. Ganado, que aporta 7.62 % a la tendencia, así como de diversas transiciones de uso del suelo, incluyendo 4.A.2.a., 4.A.2.b. y 4.B.2.a., cuyas contribuciones oscilan entre 1.33 % y 2.50 %, reflejando su rol acumulativo sobre las variaciones del inventario entre 1990 y 2022.

Tabla 1-8. Resultados categorías clave método 1 – tendencia con UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (kt CO ₂ eq)	$E_{x,t}$ (kt CO ₂ eq)	$ E_{x,0} $ (kt CO ₂ eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia	Total acumulativo
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-32,110.91	-25,381.87	32,110.91	0.69	0.9800	56.78%
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	325.14	16,067.22	325.14	0.01	0.3266	18.92%
3.A.1. Ganado	CH ₄	4,243.43	5,042.05	4,243.43	0.09	0.1315	7.62%
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-143.34	-1,922.27	143.34	0.00	0.0432	2.50%
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	-934.19	-885.40	934.19	0.02	0.0317	1.83%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	1,179.02	2,015.59	1,179.02	0.03	0.0233	1.35%
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	168.25	1,515.57	168.25	0.00	0.0230	1.33%
1.A.3. Transporte	CO ₂	1,406.59	4,684.90	1,406.59	0.03	0.0211	1.22%
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	-486.50	-580.51	486.50	0.01	0.0191	1.10%
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	392.44	406.57	392.44	0.01	0.0134	0.78%
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	-250.01	-397.98	250.01	0.01	0.0119	0.69%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	351.21	395.56	351.21	0.01	0.0113	0.66%
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	279.8	322.5	279.8	0.01	0.01	0.51%

La evaluación del nivel y la tendencia mediante el método 2, que incorpora explícitamente las estimaciones de incertidumbre, confirma nuevamente el papel central del sector UTCUTS, el cual aporta 58.81 % al total acumulativo para la identificación de categorías clave (Ver Tabla 1-9). Dentro de este sector, sobresalen las categorías 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales y 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales, con contribuciones del 31.87 % y 26.94 %, respectivamente, lo que las consolida como las principales fuentes de influencia en la estimación del nivel.

A estas categorías se suman aportes intermedios provenientes de 3.A.1. Ganado (7.25 %), así como de 3.F.4. Caña de azúcar (4.65 %), recientemente incorporada y que demuestra un peso significativo en el análisis bajo el método 2. También destacan 1.A.3. Transporte (4.63 %), 1.A.1. Producción de electricidad y calor (4.20 %), y otras fuentes cuyo aporte individual es menor al 2 %, pero que en conjunto completan el panorama de las principales contribuciones dentro del inventario nacional.

Tabla 1-9. Resultados categorías clave método 2 – nivel con el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	LU _{x,t}	Total acumulativo
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-25,381.87	25,381.87	31.87%	31.87%
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	16,067.22	16,067.22	26.94%	58.81%
3.A.1. Ganado	CH ₄	5,042.05	5,042.05	7.25%	66.06%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	2,015.59	2,015.59	4.65%	70.71%
1.A.3. Transporte	CO ₂	4,684.90	4,684.90	4.63%	75.34%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	3,099.96	3,099.96	4.20%	79.53%
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	774.86	774.86	1.99%	81.52%
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-1,922.27	1,922.27	1.97%	83.49%
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	1,515.57	1,515.57	1.90%	85.39%
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	1,752.69	1,752.69	1.38%	86.77%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	1,079.39	1,079.39	1.31%	88.08%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	942.81	942.81	1.25%	89.32%
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	-885.40	885.40	0.91%	90.23%

La evaluación de la tendencia mediante el método 2 confirma que el sector UTCUTS domina claramente los cambios del inventario, aportando un 75.63 % al total acumulativo, con un papel sobresaliente de las Tierras forestales que permanecen como tales (4.A.1.) y las Tierras forestales

convertidas en pastizales (4.C.2.a.), que contribuyen con 52.34 % y 23.29 %, respectivamente (ver Tabla 1-10). Les sigue el sector Agricultura a través de la subcategoría 3.A.1. Ganado, que aporta 8.04 %, mientras que la categoría recientemente incorporada 3.F.4. Caña de azúcar también refleja una participación relevante con 2.29 %, completando el conjunto de fuentes que explican la mayor parte de la variación en la tendencia del INGEI nacional.

Tabla 1-10. Resultados categorías clave método 2 – tendencia con el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	TU _{x,t}	Contribución a la tendencia	Total acumulativ o
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-32,110.91	-25,381.87	32,110.91	25.95%	52.34%	52.34%
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	325.14	16,067.22	325.14	11.55%	23.29%	75.63%
3.A.1. Ganado	CH ₄	4,243.43	5,042.05	4,243.43	3.98%	8.04%	83.67%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	1,179.02	2,015.59	1,179.02	1.14%	2.29%	85.96%
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-143.34	-1,922.27	143.34	0.93%	1.88%	87.84%
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	-934.19	-885.40	934.19	0.68%	1.38%	89.22%
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	168.3	1515.6	168.25	0.61%	1.23%	90.45%

El análisis comparativo entre los métodos 1 y 2 confirma que la mayoría de las categorías clave se concentran en el sector UTCUTS, lo que evidencia su papel dominante en la configuración de los niveles y tendencias del INGEI nacional. Sin embargo, al excluir este sector y aplicar únicamente el Método 1, la estructura del inventario cambia significativamente: el sector energía pasa a ser el principal contribuyente, con un aporte acumulativo del 45.12 %, seguido por el sector agricultura, que representa 32.80 %, destacando su importancia dentro del inventario sin considerar los flujos asociados al uso de la tierra.

En este escenario, la categoría 3.A.1. Ganado emerge como la fuente más relevante, aportando 21.24 %. En el sector energía, la categoría 1.A.3. Transporte aporta 19.74 %, seguida de 1.A.1. Producción de electricidad y calor, con 13.06 %, y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, con 7.38 % (ver Tabla 1-11). También destaca la incorporación de 3.F.4. Caña de azúcar, categoría nueva que aporta 8.49 %, subrayando su creciente relevancia en el inventario nacional y en la identificación de categorías clave.

Tabla 1-11. Resultados categorías clave método 1 – nivel sin el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Lx,t	Total acumulativo
3.A.1. Ganado	CH ₄	5,042.05	5,042.05	21.24%	21.24%
1.A.3. Transporte	CO ₂	4,684.90	4,684.90	19.74%	40.98%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	3,099.96	3,099.96	13.06%	54.04%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	2,015.59	2,015.59	8.49%	62.53%
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	1,752.69	1,752.69	7.38%	69.92%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	1,079.39	1,079.39	4.55%	74.46%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	942.81	942.81	3.97%	78.44%
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	775.56	775.56	3.27%	81.70%
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	774.86	774.86	3.26%	84.97%
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	406.57	406.57	1.71%	86.68%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	395.56	395.56	1.67%	88.35%
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	370.54	370.54	1.56%	89.91%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	354.71	354.71	1.49%	91.40%
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	322.48	322.48	1.36%	92.76%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	265.19	265.19	1.12%	93.88%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	251.81	251.81	1.06%	94.94%
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	CO ₂	185.15	185.15	0.78%	95.72%

El análisis de la tendencia sin incluir el sector UTCUTS muestra que Agricultura, liderado por la subcategoría 3.A.1. Ganado (CH₄), constituye la principal fuerza impulsora del cambio en las emisiones, con una contribución del 34.18 %, consolidándose como la categoría dominante en la trayectoria del INGEI nacional (ver Tabla 1-12). El sector Energía también ejerce una influencia significativa, especialmente a través de 1.A.3. Transporte (18.24 %) y 1.A.1. Producción de electricidad y calor (6.98 %), que conjuntamente aportan cerca de un tercio de la tendencia total. A estos se suman categorías clave de Residuos, como 5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados (4.20 %), y de Procesos Industriales, con 2.A.1. Producción de cemento (3.83 %), que, aunque presentan contribuciones menores, mantienen un rol sostenido en la evolución del inventario.

Tabla 1-12. Resultados categorías clave método 1 – tendencia sin el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	T _{x,t}	Contribución a la tendencia	Total acumulativo
3.A.1. Ganado	CH ₄	4,243.43	5,042.05	4,243.43	0.2949	34.18%	34.18%

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	T _{x,t}	Contribución a la tendencia	Total acumulativo
1.A.3. Transporte	CO ₂	1,406.59	4,684.90	1,406.59	0.1573	18.24%	52.41%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	1,188.87	3,099.96	1,188.87	0.0602	6.98%	59.39%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	324.23	1,079.39	324.23	0.0362	4.20%	63.59%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	274.79	942.81	274.79	0.0331	3.83%	67.42%
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	392.44	406.57	392.44	0.0323	3.75%	71.17%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	1,179.02	2,015.59	1,179.02	0.0299	3.47%	74.63%
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	218.29	775.56	218.29	0.0285	3.31%	77.94%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	351.21	395.56	351.21	0.0262	3.04%	80.98%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	27.84	354.71	27.84	0.0253	2.93%	83.91%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	9.72	265.19	9.72	0.0208	2.41%	86.32%
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	279.81	322.48	279.81	0.0203	2.35%	88.67%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	11.49	251.81	11.49	0.0194	2.24%	90.92%
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	801.04	1,752.69	801.04	0.0121	1.41%	92.32%
3.A.4. Otro Ganado	CH ₄	115.25	121.93	115.25	0.0093	1.08%	93.40%
3.H. Aplicación de urea	CO ₂	15.48	135.70	15.48	0.0089	1.03%	94.42%
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	149.43	370.54	149.43	0.0060	0.69%	95.11%

El análisis del nivel y la tendencia mediante el método 2, excluyendo el sector UTCUTS, confirma un patrón similar al observado con el método 1: Agricultura y Energía continúan siendo los sectores más influyentes dentro del inventario. En particular, la subcategoría 3.A.1. Ganado (CH₄) se mantiene como la principal fuente de emisiones, aportando 22.05 %, lo que la consolida como la categoría dominante en ausencia del sector UTCUTS. A esta le sigue la categoría 3.F.4. Caña de azúcar (N₂O), con un aporte significativo del 14.16 %, reflejando su creciente relevancia en el inventario. En el caso del sector energía, destacan 1.A.3. Transporte (14.08 %) y 1.A.1. Producción de electricidad y calor (12.76 %), que en conjunto explican una proporción considerable del nivel total bajo este método (ver Tabla 1-13):

Tabla 1-13. Resultados categorías clave método 2 – nivel sin el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	LU _{x,t}	Total acumulativo
3.A.1. Ganado	CH ₄	5,042.05	5,042.05	22.05%	22.05%

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	LU _{x,t}	Total acumulativo
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	2,015.59	2,015.59	14.16%	36.21%
1.A.3. Transporte	CO ₂	4,684.90	4,684.90	14.08%	50.29%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	3,099.96	3,099.96	12.76%	63.06%
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	774.86	774.86	6.05%	69.11%
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	1,752.69	1,752.69	4.19%	73.30%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	1,079.39	1,079.39	3.97%	77.27%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	942.81	942.81	3.79%	81.06%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	354.71	354.71	2.57%	83.62%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	265.19	265.19	2.28%	85.90%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	395.56	395.56	1.90%	87.80%
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	775.56	775.56	1.79%	89.59%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	251.81	251.81	1.79%	91.38%

La evaluación de tendencia confirma que los sectores Agricultura y Energía son los principales impulsores de la variación temporal del INGEI, en concordancia con los resultados del análisis por nivel. Dentro del sector Agricultura, la subcategoría Ganado (CH₄) continúa siendo la más determinante, aportando un 35.39 % al total acumulativo de la tendencia. En el sector Energía, el Transporte (CO₂) representa un 12.98 %, seguido por la Producción de electricidad y calor como actividad principal (CO₂), que contribuye con un 6.80 %.

Otras categorías con influencia relevante incluyen la quema de residuos agrícolas, representada por 3.F.4. Caña de azúcar con un 5.77 %, seguido de Refrigeración y aire acondicionado (HFC-125), que aporta un 4.90 %, y los Sitios de eliminación no categorizados (CH₄), cuya contribución alcanza un 3.66 %. Aunque de menor magnitud, estas fuentes complementan la estructura general de la tendencia sin la participación del sector UTCUTS, evidenciando patrones consistentes con los análisis previos (ver Tabla 1-14).

Tabla 1-14. Resultados categorías clave método 2 – tendencia sin el sector UTCUTS.

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	Ex,t (kt CO ₂ eq)	Ex,0 (kt CO ₂ eq)	TU _{x,t}	Contribución a la tendencia	Total acumulativo
3.A.1. Ganado	CH ₄	4243.4	5042.1	4243.43	8.94%	35.39%	35.39%
1.A.3. Transporte	CO ₂	1406.6	4684.9	1406.59	3.28%	12.98%	48.37%

1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	1188.9	3100.0	1188.87	1.72%	6.80%	55.17%
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	1179.02	2015.59	1179.02	1.46%	5.77%	60.94%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	27.8	354.7	27.84	1.27%	5.02%	65.96%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	9.7	265.2	9.72	1.24%	4.90%	70.86%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	11.5	251.8	11.49	0.95%	3.78%	74.63%
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	324.2	1079.4	324.23	0.92%	3.66%	78.29%
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	274.8	942.8	274.79	0.92%	3.65%	81.94%
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	351.2	395.6	351.21	0.88%	3.47%	85.40%
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	392.4	406.6	392.44	0.57%	2.27%	87.68%
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	279.8	322.5	279.81	0.49%	1.93%	89.60%
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	218.3	775.6	218.29	0.46%	1.81%	91.41%



1.5. Descripción del plan de AC/CC y su aplicación

El procedimiento de aseguramiento y control de calidad (AC/CC) constituye un elemento fundamental en la elaboración y presentación del Inventario Nacional de GEI de Honduras, ya que garantiza la precisión, coherencia, exhaustividad y transparencia de las estimaciones reportadas. Conforme a lo establecido en el *Volumen 1, Capítulo 6* de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC, 2006f), los procedimientos de control de calidad fueron aplicados de forma sistemática a lo largo de todas las fases del ciclo del inventario, con especial énfasis en las categorías clave y en los sectores que aportan mayor contribución a las emisiones nacionales.

El control de calidad (CC) fue ejecutado por un equipo mixto conformado por consultores nacionales sectoriales y expertos internacionales, quienes llevaron a cabo revisiones detalladas de las metodologías aplicadas, los factores de emisión seleccionados, las fuentes de datos utilizadas y los procedimientos de cálculo. Esta verificación técnica permitió asegurar la conformidad con las buenas prácticas del IPCC, minimizar posibles inconsistencias y mejorar la precisión de las estimaciones.

De conformidad con las disposiciones 34 y 35 de la decisión 18/CMA.1, Honduras, como país en desarrollo que requiere flexibilidad a la luz de sus capacidades, aplica flexibilidad en la elaboración del plan formal de aseguramiento y control de la calidad (AC/CC). En lugar de presentar un plan de AC/CC plenamente desarrollado, en este anexo se describe la aplicación de procedimientos generales y específicos de control de calidad del inventario, siguiendo las orientaciones de las Directrices del IPCC.

La Tabla 1-15 presenta una síntesis de los principales procedimientos de control de calidad implementados de forma transversal para todo el inventario, alineados con las actividades sugeridas en el *Cuadro 6.1 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006*.

Tabla 1-15. Procedimientos generales de Control de Calidad realizados en el inventario.

Parámetro	Procedimientos
Datos de actividad	Se compararon datos utilizados con fuentes externas, para evitar errores de transcripción e inconsistencias. Se realizaron comparaciones de datos de actividad de cada año dentro de la serie temporal, verificando su coherencia. Se aseguró que cualquier categoría o subcategoría no estimada, estuviera debidamente documentada.
Factores de emisión	Se revisó la consistencia de los factores de emisión a lo largo de la serie temporal, verificando que no hubiera variaciones no explicadas entre los años. Se validó que los factores de emisión fueran adecuados para cada categoría de actividad y que fueran utilizados de manera coherente en todas las estimaciones.
Cálculos	Reproducción de cálculos de emisiones y absorciones para detectar posibles errores. Se comprobó que los métodos y ecuaciones utilizados en los cálculos fueran correctos y apropiados para cada categoría. Esto incluyó asegurarse de que las fórmulas y los procedimientos seguidos fueran coherentes a lo largo de la serie temporal. Se verificó que los cálculos fueran consistentes a lo largo de la serie temporal, así mismo se compararon las estimaciones actuales de emisiones y absorciones con los resultados previos para detectar posibles cambios significativos en las tendencias.
Unidades y parámetros	Se realizó la revisión de unidades en hojas de cálculo asegurando que estuvieran de manera correcta, así mismo se verificaron que los factores de conversión fueran los correctos. Se verificó que los parámetros recurrentes en varias categorías, tales como datos de actividad y constantes, fueran consistentes a lo largo de todos los cálculos, garantizando coherencia entre las diferentes estimaciones.
Bases de datos	Se realizó un análisis de estructura y diseño de las bases de datos empleadas para asegurar que el procesamiento de la información se realizara correctamente.

Parámetro	Procedimientos
	Verificación de datos y registros
Serie temporal	Se verificó que todos los datos y registros se archivaran de forma correcta y que la documentación interna, que respalda los cálculos de emisiones, absorciones e incertidumbre, estuviera bien organizada y fácilmente accesible para futuras revisiones.

Adicionalmente se presentan las actividades específicas de control de calidad aplicadas en cada sector y categoría, detallando las verificaciones realizadas sobre los datos de actividad, factores de emisión, cálculos y resultados.

Tabla 1-16. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Energía.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
1.A.1. Industrias de la energía	Revisión sistemática de hojas de cálculo y ecuaciones usadas en las estimaciones.
	Identificación de vacíos de información en generación eléctrica y priorización de mejora de datos en subsectores clave.
	Validación de las principales fuentes de información energética con experto nacional, verificando coherencia de tendencias y volúmenes de consumo.
	Análisis de consistencia temporal de la serie 1990-2022 y comparación con métodos alternativos cuando fue pertinente.
	Documentación de decisiones metodológicas y supuestos en el sistema de archivo.
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Revisión y verificación de cálculos por subsector (alimentos, construcción, etc.) para asegurar la correcta aplicación del método IPCC 2006.
	Identificación de vacíos de información que afectan la exhaustividad del inventario y registro de necesidades de mejora de datos de actividad.
	Validación de fuentes oficiales de energía con experto sectorial para comprobar coherencia de tendencias y estructura de consumo.
	Revisión de factores de emisión por defecto del IPCC y evaluación de su pertinencia ante la ausencia de factores país-específicos.
	Verificación cruzada de parámetros, unidades y ecuaciones, dejando evidencia documental en el sistema de archivo.
1.A.3. Transporte	Revisión detallada de consumos y tipos de combustibles por modo (terrestre, aviación, etc.) y su correcta desagregación en la serie 1990-2022.
	Identificación de vacíos de información en subsectores de transporte y registro de acciones de mejora para reducir incertidumbre.
	Validación de las principales fuentes de información con experto nacional, incluyendo revisión de proyecciones históricas 1990-2006.
	Comprobación de la aplicabilidad de factores de emisión por defecto del IPCC y revisión de ecuaciones utilizadas según el nivel metodológico adoptado.
	Verificación interna de consistencia de resultados y coherencia temporal, con documentación de ajustes y supuestos.
1.A.4. Otros sectores	Depuración y revisión de datos de consumo de combustibles en hogares y sectores comercial e institucional, asegurando su correcta asignación por categoría.
	Identificación de vacíos de datos que pudieran generar subestimaciones y registro de necesidades de mejora de información estadística.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
	Validación de las fuentes de información energética y de las proyecciones 1990-2006 con experto sectorial.
	Revisión de factores de emisión por defecto del IPCC 2006 y de las ecuaciones aplicadas para comprobar su coherencia con el método seleccionado.
	Verificación interna de resultados (rangos, unidades, coherencia interanual) y documentación transparente de las decisiones metodológicas en el sistema de archivo.

Tabla 1-17. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de PIUP.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
2.A. Industria de los minerales	Análisis de disponibilidad, cobertura y representatividad de cada fuente de datos de actividad (producción, consumo, etc.). Identificación de vacíos de información y aplicación de técnicas de empalme para completar la serie histórica y asegurar la exhaustividad. Revisión de la tendencia de los datos de actividad y contraste con la evolución esperada del sector. Una vez ejecutadas las estimaciones, análisis de la coherencia entre la tendencia de resultados y las fuentes de emisión. Identificación de variaciones significativas en la serie y registro de sus posibles causas.
2.C. Industria de los metales	Evaluación de la disponibilidad y representatividad de las fuentes de datos por subsector metálico. Uso de técnicas de empalme cuando existen años sin información para mantener la continuidad de la serie. Análisis de tendencias de los datos de actividad y verificación de su consistencia con la evolución del sector. Comparación de la tendencia de las emisiones estimadas con la de los datos de actividad, identificando inconsistencias. Detección y explicación de variaciones atípicas en la serie temporal.
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	Revisión de la información disponible sobre consumo, importación y uso de sustancias sustitutas de SAO, evaluando su cobertura y representatividad. Aplicación de empalmes cuando faltan datos para ciertos años, de forma de mantener una serie continua. Análisis de tendencias de los datos de actividad (bancos, recargas, etc.) y verificación de la coherencia de la evolución temporal. Contraste entre la tendencia de los resultados de emisiones y el comportamiento de las fuentes, identificando cambios relevantes. Registro de las variaciones significativas y sus causas probables (cambios tecnológicos, normativos, de mercado).
2.H. Otros (uso de productos y otras fuentes)	Análisis de la disponibilidad, cobertura y representatividad de las fuentes de datos para cada tipo de producto u operación incluida en 2.H. Aplicación de técnicas de empalme cuando existen vacíos de información que podrían afectar la exhaustividad del inventario. Revisión de la tendencia de los datos de actividad y su congruencia con la evolución esperada del subsector. Comparación de la tendencia de las emisiones estimadas con la de los datos de actividad para

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
	detectar inconsistencias. Identificación y documentación de variaciones significativas en la serie y sus posibles explicaciones.

Tabla 1-18. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Agricultura.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
3.A. Fermentación entérica	Reuniones de revisión sistemática de datos de actividad y resultados de las estimaciones. Actualización y verificación de factores de emisión y variables empleadas, asegurando su pertinencia al contexto nacional y a los sistemas productivos. Verificación de que los cambios en la tendencia de las emisiones se expliquen por fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados.
3.B. Gestión del estiércol	Revisión sistemática de fuentes de información, datos de actividad y resultados de las estimaciones. Actualización y verificación de factores de emisión y variables, considerando las particularidades nacionales de la gestión del estiércol. Verificación de la coherencia de las tendencias de emisiones con la información disponible sobre los sistemas productivos.
3.C. Cultivo de arroz	Reuniones con el equipo supervisor y expertos sectoriales para revisar fuentes de datos de actividad. Verificación de la desagregación productiva según el contexto nacional (tipos de arroz y sistemas de cultivo). Revisión de la distribución y tendencia de las emisiones por subcategoría, contrastándolas con la estructura productiva nacional y fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados.
3.D. Suelos agrícolas	Reuniones de revisión sistemática con el equipo validador para revisar datos de actividad y resultados de las estimaciones. Ajuste de la coherencia interna de la serie temporal mediante regresión lineal y consulta con expertos, evitando discontinuidades no justificadas. Verificación de la consistencia temporal de las emisiones y su relación con cambios documentados en las prácticas de manejo.
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	Revisión de los datos de actividad utilizados y de los resultados de las estimaciones. Consulta con expertos del sector para verificar la pertinencia de la información respecto al contexto nacional y las prácticas de quema. Revisión bibliográfica sobre la proporción de área donde se realiza la práctica, seleccionando un valor conservador bajo criterio de experto.
3.G. Encalado	Revisión y verificación de los datos utilizados y de los resultados junto con el equipo supervisor. Selección de los datos con menor incertidumbre y ajuste de la coherencia interna de la serie temporal mediante proyecciones y extrapolaciones de la mejor información disponible. Verificación de que la distribución de las emisiones por subcategoría sea coherente con la

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
	estructura productiva nacional y justificable en función de fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados.
3.H. Aplicación de urea	Revisión y evaluación de la coherencia temporal de la serie de datos de actividad. Ajuste de coherencia interna mediante interpolación y extrapolación de datos faltantes, usando la información disponible con menor incertidumbre. Verificación de la coherencia de la serie con el contexto productivo nacional y de que la tendencia de emisiones se justifique por fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados.

Tabla 1-19. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de UTCUTS.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
4.A. Tierras forestales	Verificación de posibles errores de transcripción en datos de actividad y estimaciones. Revisión de tendencias e identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales de datos de actividad y emisiones, comparando con inventarios anteriores. Reproducción aleatoria de estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión para asegurar consistencia en hojas de cálculo y series temporales. Verificación de que los factores de emisión de tierras forestales sean los más elevados respecto a otras categorías y que las emisiones netas sean negativas, coherentes con su papel como sumidero. Comprobación de que las permanencias reflejen un comportamiento dominante de absorciones, salvo perturbaciones justificadas.
4.B. Tierras de cultivo	Verificación de errores de transcripción, revisión de tendencias e identificación de valores atípicos en datos de actividad y emisiones. Reproducción aleatoria de estimaciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión para garantizar consistencia. Verificación de que los factores de emisión de tierras de cultivo sean inferiores solo a los de tierras forestales, conforme a lo esperado metodológicamente. Comprobación de la coherencia de los datos de actividad en toda la serie temporal. Evaluación del comportamiento de las emisiones netas, confirmando que solo las transiciones hacia tierras forestales generen emisiones y que el resto de cambios y permanencias reflejen absorciones. Revisión específica de las causas de las desviaciones observadas en 2005 y 2006 para asegurar la consistencia de la serie.
4.C. Pastizales	Verificación de errores de transcripción y revisión de tendencias e identificación de valores atípicos en series de datos de actividad y emisiones. Reproducción aleatoria de estimaciones para validar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión. Verificación de la coherencia de los factores de emisión, tanto país-específicos como por defecto del IPCC.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
	Análisis de los cambios de uso que deben reflejar absorciones y aquellos que generan emisiones, identificando que los incrementos en absorciones se presentan principalmente en pastizales convertidos en humedales y, en algunos casos, en pastizales convertidos en tierras de cultivo. Confirmación de que, en términos generales, los eventos de cambio de uso en la categoría muestran una tendencia hacia emisiones.
4.D. Humedales	Verificación de errores de transcripción y revisión de tendencias, identificando valores atípicos en series de datos de actividad y emisiones. Reproducción aleatoria de estimaciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión para asegurar consistencia. Evaluación de la consistencia de los factores de emisión aplicados. Verificación de que las emisiones netas de humedales presenten únicamente valores positivos (emisiones), coherentes con las características de la categoría. Revisión de la correspondencia entre los datos reportados y los valores de emisiones obtenidos, asegurando una relación lógica y uniforme en toda la serie temporal.
4.E. Asentamientos	Verificación de errores de transcripción, revisión de tendencias e identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales. Reproducción aleatoria de estimaciones de emisiones y absorciones para validar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión para asegurar consistencia en las hojas de cálculo. Verificación de la consistencia de los datos de actividad y de los factores de emisión aplicados en los procesos de conversión de uso de suelo, asegurando un comportamiento estable y técnicamente justificado. Evaluación de la coherencia de los valores de emisión estimados a lo largo de la serie temporal. Análisis específico del quiebre observado en 2005 y 2006 para identificar causas y garantizar la solidez metodológica de los resultados.
4.G. Productos de madera recolectada	Verificación de errores de transcripción y revisión de tendencias e identificación de valores atípicos en datos de actividad y emisiones. Reproducción aleatoria de estimaciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión. Revisión detallada de los datos de actividad, identificando y corrigiendo casos en que producción e importaciones eran inferiores a las exportaciones para mantener la consistencia de la serie. Verificación de factores de emisión conforme a las Directrices del IPCC, asegurando su adecuada aplicación. Comprobación de que las emisiones y absorciones estimadas sean coherentes con los datos de actividad disponibles y técnicamente robustas.
4(IV). Quema de biomasa	Verificación de errores de transcripción, revisión de tendencias e identificación de valores atípicos en series de datos de actividad y emisiones. Reproducción aleatoria de estimaciones para validar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Revisión de unidades de datos de actividad y factores de emisión para asegurar consistencia. Evaluación de la consistencia de los datos de actividad correspondientes a tierras forestales, cultivos y pastizales. Verificación de la correcta aplicación de los factores de emisión en la ecuación 2.27 de las Directrices del IPCC. Comprobación de que la tendencia de las emisiones sea coherente con los valores reportados en los datos de actividad, garantizando resultados consistentes y fundamentados.

Tabla 1-20. Procedimientos específicos de Control de Calidad realizados en el sector de Residuos.

Categoría (CRT)	Procedimientos específicos de control de calidad
5.A. Eliminación de residuos sólidos	Verificación de la coherencia en el manejo de los datos de población entre categorías, utilizando una fuente única y criterios metodológicos uniformes. Análisis detallado de tendencias de emisiones y datos de actividad para la serie 1990–2022, identificando valores atípicos, discontinuidades y alteraciones en la tendencia. Revisión y discusión de resultados con los equipos sectoriales de residuos e industria, considerando cambios históricos en las emisiones e inventarios previos. Verificación de la coherencia temporal de los datos de entrada y de la aplicación uniforme del método de cálculo y procesos de validación para todas las categorías y años. Revisión de la consistencia interna de los parámetros del modelo FOD, fuentes de información y supuestos usados en la construcción del dato de actividad. Socialización de resultados con el equipo sectorial de Honduras y validación de la documentación interna que respalda los insumos del inventario. Verificación de la correcta transcripción de resultados sectoriales en los consolidados nacionales de emisiones y absorciones.
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	Revisión estructurada de los cálculos del inventario en coordinación con el equipo nacional. Verificación de que la información poblacional utilizada en las distintas categorías provenga de una misma fuente y se use con criterios uniformes en toda la serie. Análisis exhaustivo de tendencias de emisiones y datos de actividad 1990–2022, identificando valores anómalos, fluctuaciones inusuales y cambios en los patrones de emisiones. Discusión de hallazgos con los equipos sectoriales de residuos e industria, considerando la evolución histórica y la concordancia con inventarios previos. Evaluación de la consistencia temporal de los datos de entrada y de la aplicación homogénea del método de cálculo y de los procedimientos de verificación en todos los años. Comprobación de parámetros, factores y supuestos utilizados, garantizando coherencia metodológica y trazabilidad. Verificación de la coherencia entre resultados sectoriales y consolidados nacionales de emisiones y absorciones.
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Verificación de que la información de población empleada en todas las subcategorías provenga de una misma fuente y se maneje de forma uniforme en toda la serie. Análisis detallado de la evolución de emisiones y datos de actividad entre 1990 y 2022, detectando valores anómalos, quiebres de tendencia y variaciones inesperadas. Evaluación de los hallazgos con los equipos sectoriales de residuos e industria, cotejando la coherencia con reportes previos y la dinámica histórica de las emisiones. Comprobación de la coherencia temporal de los datos de entrada y de la aplicación consistente del método de cálculo y procedimientos de validación. Verificación del uso correcto de factores de emisión por defecto y de la consistencia de parámetros clave (población, consumo de proteínas, información industrial) y clasificación adecuada de los sistemas de tratamiento. Presentación de resultados al equipo sectorial de Honduras, revisión y aprobación de la documentación interna que sustenta supuestos, datos y metodologías. Verificación de la correcta integración de los resultados sectoriales en los consolidados nacionales de emisiones y absorciones.

Por su parte, el aseguramiento de la calidad (AC) se lleva a cabo mediante procesos estructurados aplicados por profesionales independientes del equipo responsable de la elaboración de las estimaciones, en concordancia con las recomendaciones del IPCC. Estas actividades externas permiten evaluar la robustez del inventario, identificar oportunidades de mejora y verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos por la CMNUCC.

La ejecución integral del AC/CC está liderada por la DNCC. Este proceso tiene como finalidad garantizar que el inventario cumpla plenamente con las *Directrices del IPCC* y con las *MPG del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París* (Artículo 13). En conjunto, estas acciones fortalecen la certeza de los resultados obtenidos y respaldan su utilización en reportes oficiales, análisis sectoriales y procesos de toma de decisiones a nivel nacional.



1.6. Evaluación general de la incertidumbre

Comprender y comunicar las incertidumbres asociadas a un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) es fundamental para evaluar su calidad y orientar acciones de mejora continua. El análisis de incertidumbre permite identificar las áreas donde es necesario reducirla, además de fortalecer la confianza en los resultados reportados. Para realizar este análisis de manera rigurosa, es indispensable evaluar previamente tres componentes clave: los datos de actividad, que describen la magnitud de las actividades que generan emisiones; los factores de emisión, que establecen la relación entre dichas actividades y las emisiones resultantes; y otros parámetros necesarios para garantizar estimaciones precisas y consistentes.

En este inventario, los datos de actividad no contaban con evaluaciones previas de incertidumbre, por lo que fue necesario asignar rangos mediante juicio experto. Para ello, se tomaron en cuenta tres elementos principales: la completitud y calidad de la información suministrada por los proveedores, la confiabilidad de las fuentes según criterios cualitativos, y los rangos orientativos recomendados por las guías del IPCC. Como resultado, se definieron

rangos de incertidumbre entre 5 % y 220 %, dependiendo de la calidad de los insumos, de manera que valores más bajos corresponden a información más robusta. Finalmente, estos rangos fueron modelados bajo una distribución normal, empleando como límites los percentiles 2.5 y 97.5.

Es importante señalar que, en lugar de especificar los límites exactos cuando la incertidumbre supera o es inferior al 100 %, se optó por representarla como un rango simétrico de ± 100 %. Esta aproximación permite simplificar el tratamiento de los datos y facilita la interpretación de los resultados sin afectar la consistencia del análisis.

Todos los factores de emisión empleados en el inventario se fundamentaron en las directrices del IPCC, las cuales documentan los rangos mínimos y máximos necesarios para calcular los intervalos de incertidumbre. En aquellos casos donde no existían rangos definidos, se adoptaron las recomendaciones de incertidumbre sugeridas por dichas directrices. Con los valores estimados, se procedió a combinar las incertidumbres para obtener la estimación correspondiente a las emisiones totales del inventario de 2022. Este cálculo se realizó mediante el método de propagación del error aplicado a ecuaciones con operaciones puramente multiplicativas, incorporando además la corrección para grandes incertidumbres y asimetrías, conforme a lo establecido en el Volumen 1, Capítulo 3, Sección 3.7.3 de las guías del IPCC (2006). Las ecuaciones empleadas en este proceso se presentan a continuación.

- **Ecuación 6.** Combinación de incertidumbres – Método 1 – Multiplicación

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

U_{total} = el porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95 por ciento, dividido por el total y expresado como porcentaje);

U_i = el porcentaje de incertidumbre asociado con cada una de las cantidades.

- **Ecuación 7.** Combinación de incertidumbres – Método 1 – Suma y Resta

$$U_{total} = \sqrt{\frac{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}}$$

Donde:

U_{total} = el porcentaje de incertidumbre de la suma de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95 %, dividido por el total (es decir, la media) y expresado como porcentaje);

x_i y U_i = las cantidades inciertas y el porcentaje de incertidumbres asociado, respectivamente.

- **Ecuación 8.** Factor de corrección para medio intervalo de incertidumbre

$$F_c = \left[\frac{(-0.720 + 1.0921U - 1.63 * 10^{-3}U^2 + 1.11 * 10^{-5}U^3)}{U} \right]^2$$

Donde:

U = ½ intervalo de incertidumbre estimado a partir de la propagación del error, en unidades de porcentaje.

F_c = Factor de corrección para la estimación analítica de la varianza, relación independiente de las dimensiones entre la incertidumbre corregida y la no corregida.

1.6.1. Incertidumbre de la tendencia

La metodología utilizada para estimar la tendencia sigue lo establecido en la sección 3.2.3.1 del Volumen 1, Capítulo 3 de las guías del IPCC (2006) (IPCC, 2006j). Para este análisis, se definió como año base 1990 y como año final (año t) el 2022. La agregación de incertidumbres en niveles superiores se llevó a cabo mediante el método de propagación del error, dado que este permite combinar adecuadamente las incertidumbres de múltiples subcategorías bajo un marco estadístico coherente.

Los resultados del análisis, sintetizados en la Tabla 1-22, evidencian que las emisiones netas evolucionaron de -21,269.71 kt CO₂ eq en 1990 a 13,424.64 kt CO₂ eq en 2022, lo que equivale a un cambio relativo del -163.1 %. La incertidumbre asociada a esta tendencia fue del 60.74 %, un valor elevado pero esperable, dado que el inventario experimentó una transición estructural importante, pasando de emisiones netas negativas a positivas durante el período evaluado. Además, algunas subcategorías, como Tierras forestales,

Transporte, Ganado y Quema de residuos, presentaron incertidumbres particularmente altas, lo que incrementó la variabilidad general y contribuyó a ampliar el intervalo de incertidumbre de la tendencia.

Para las emisiones netas correspondientes al año 2022, la incertidumbre agregada fue estimada en ± 68.04 %, con una distribución sectorial según el IPCC de: Energía (± 12.52 %), PIUP (± 13.52 %), Agricultura (± 21.97 %), UTCUTS_Emissiones (± 29.84 %), UTCUTS_Absorciones (± 22.08 %) y Residuos (± 19.87 %) (ver Tabla 1-21). En varias subcategorías, el cálculo de la incertidumbre combinada depende simultáneamente de múltiples datos de actividad y factores de emisión, lo que impide asignar un valor individual de incertidumbre a cada parámetro por separado. En estos casos, las guías del IPCC 2006 y el Refinamiento 2019 indican que debe reportarse directamente la incertidumbre combinada de la emisión en la columna correspondiente al dato de actividad. Así, el valor de incertidumbre asignado al dato de actividad será idéntico al de la emisión combinada, mientras que la incertidumbre del factor de emisión deberá registrarse como cero.

Tabla 1-21. Incertidumbre de los sectores para el año 2022.

Año	Sector	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
2022	Agricultura	8,285.61	21.97
2022	Energía	10,879.59	12.52
2022	PIUP	2,004.52	13.52
2022	Residuos	2,566.06	19.87
2022	UTCUTS_Emi	24,115.51	29.84
2022	UTCUTS_Abs	-27,625.44	22.08
Total general		20,225.85	68.04

En las secciones correspondientes a cada sector, se presentan los resultados de incertidumbre detallados para cada categoría evaluada, junto con el análisis detallado del comportamiento y las causas de las incertidumbres reportadas.

Tabla 1-22. Reporte de Incertidumbre del INGEI, año 2022 y de la tendencia 1990-2022.

Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2022)	Incertidumbre datos de actividad	Incertidumbre factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2022)	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CH ₄	1.40	3.42	40.97	0.0	40.97	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	1,188.87	3,099.96	28.54	0.0	28.54	42.893	0.184	0.148	0.000	5.96	35.53
1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal	N ₂ O	4.62	6.41	43.93	0.0	43.93	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.00
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CH ₄	4.12	7.92	21.56	0.0	21.56	0.000	0.001	0.000	0.000	0.01	0.00
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	801.04	1,752.69	16.56	0.0	16.56	4.620	0.108	0.084	0.000	1.96	3.83
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	N ₂ O	5.77	10.98	42.19	0.0	42.19	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
1.A.3. Transporte	CH ₄	4.27	33.89	40.08	0.0	40.08	0.010	0.002	0.002	0.000	0.09	0.01
1.A.3. Transporte	CO ₂	1,406.59	4,684.90	20.83	0.0	20.83	52.179	0.267	0.223	0.000	6.57	43.22
1.A.3. Transporte	N ₂ O	17.55	57.77	57.27	0.0	57.27	0.060	0.003	0.003	0.000	0.22	0.05
1.A.4. Otros sectores	CH ₄	351.21	395.56	33.35	0.0	33.35	0.954	0.030	0.019	0.000	0.89	0.79
1.A.4. Otros sectores	CO ₂	218.29	775.56	16.00	0.0	16.00	0.844	0.044	0.037	0.000	0.84	0.70
1.A.4. Otros sectores	N ₂ O	44.55	50.51	73.21	0.0	73.21	0.075	0.004	0.002	0.000	0.25	0.06
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	274.79	942.81	27.86	0.0	27.86	3.781	0.053	0.045	0.000	1.77	3.13
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	49.39	99.65	37.16	0.0	37.16	0.075	0.006	0.005	0.000	0.25	0.06
2.D.1. Uso de lubricantes	CO ₂	6.70	60.05	16.28	0.0	16.28	0.005	0.003	0.003	0.000	0.07	0.00
2.D.2. Uso de cera de parafina	CO ₂	0.45	1.52	33.38	0.0	33.38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-125	9.72	265.19	59.46	0.0	59.46	1.380	0.013	0.012	0.000	1.05	1.10
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-134a	27.84	354.71	50.16	0.0	50.16	1.757	0.018	0.017	0.000	1.18	1.40

Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2022)	Incertidumbre datos de actividad	Incertidumbre factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2022)	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-143a	11.49	251.81	49.24	0.0	49.24	0.853	0.012	0.012	0.000	0.82	0.68
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-152a	0.00	1.17	49.24	0.0	49.24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-227ea	0.00	0.78	33.60	0.0	33.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-236fa	0.00	0.31	35.23	0.0	35.23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-32	0.66	26.52	36.06	0.0	36.06	0.005	0.001	0.001	0.000	0.06	0.00
3.A.1. Ganado	CH ₄	4,243.43	5,042.05	30.31	0.0	30.31	128.013	0.371	0.240	0.000	10.30	106.04
3.A.2. Ovinos	CH ₄	1.40	2.37	20.01	0.0	20.01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
3.A.3. Porcinos	CH ₄	7.56	5.86	40.24	0.0	40.24	0.000	0.001	0.000	0.000	0.02	0.00
3.A.4. Otro Ganado	CH ₄	115.25	121.93	16.72	0.0	16.72	0.023	0.009	0.006	0.000	0.14	0.02
3.B.1. Ganado	CH ₄	83.21	98.88	29.42	0.0	29.42	0.046	0.007	0.005	0.000	0.20	0.04
3.B.2. Ovinos	CH ₄	0.06	0.09	17.16	0.0	17.16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
3.B.3. Porcinos	CH ₄	15.12	11.72	39.29	0.0	39.29	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
3.B.3. Porcinos	N ₂ O	8.11	6.29	20.25	0.0	20.25	0.000	0.001	0.000	0.000	0.01	0.00
3.B.4. Otro Ganado	CH ₄	14.33	17.60	26.91	0.0	26.91	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
3.B.4. Otro Ganado	N ₂ O	5.92	28.95	20.25	0.0	20.25	0.002	0.002	0.001	0.000	0.04	0.00
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol	N ₂ O	10.78	8.36	20.25	0.0	20.25	0.000	0.001	0.000	0.000	0.01	0.00
3.C.1. Arroz riego	CH ₄	8.27	8.30	28.79	0.0	28.79	0.000	0.001	0.000	0.000	0.02	0.00
3.C.2. Arroz secano	CH ₄	34.27	34.39	26.93	0.0	26.93	0.005	0.003	0.002	0.000	0.06	0.00
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	392.44	406.57	17.75	0.0	17.75	0.286	0.031	0.019	0.000	0.49	0.24
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	279.81	322.48	23.96	0.0	23.96	0.327	0.024	0.015	0.000	0.52	0.27
3.G.1. Piedra caliza CaCO ₃	CO ₂	0.15	0.47	25.50	0.0	25.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2022)	Incertidumbre datos de actividad	Incertidumbre factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2022)	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3.G.2. Dolomita CaMg(CO ₃) ₂	CO ₂	0.02	9.83	29.43	0.0	29.43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.00
3.F.4. Caña de azúcar	CH ₄	4.81	8.21	83.82	0.0	83.82	0.003	0.001	0.000	0.000	0.05	0.00
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	1,179.02	2,015.59	48.70	0.0	48.70	52.803	0.132	0.096	0.000	6.61	43.74
3.H. Aplicación de urea	CO ₂	15.48	135.70	18.68	0.0	18.68	0.035	0.007	0.006	0.000	0.17	0.03
4(IV).A. Tierras forestales	CH ₄	16.64	116.88	30.41	0.0	30.41	0.069	0.006	0.006	0.000	0.24	0.06
4(IV).A. Tierras forestales	N ₂ O	4.62	32.39	20.62	0.0	20.62	0.002	0.002	0.002	0.000	0.04	0.00
4(IV).B. Cultivos	CH ₄	0.26	0.43	33.38	0.0	33.38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4(IV).B. Cultivos	N ₂ O	0.07	0.10	28.44	0.0	28.44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4(IV).C. Pastizales	CH ₄	2.45	7.84	28.44	0.0	28.44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.00
4(IV).C. Pastizales	N ₂ O	1.47	6.77	31.40	0.0	31.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-32,110.91	-25,381.87	26.48	0.0	26.48	2,475.24	2.161	1.20	0.000	45.28	2,050.46
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-143.34	-1,922.27	21.59	0.0	21.59	9.438	0.096	0.092	0.000	2.80	7.82
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	-934.19	-885.40	21.59	0.0	21.59	2.002	0.071	0.042	0.000	1.29	1.66
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	CO ₂	0.00		0.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	CO ₂	0.00	-19.70	21.59	0.0	21.59	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	0.00		0.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	0.00	-21.67	21.59	0.0	21.59	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	-250.01	-397.98	34.37	0.0	34.37	1.025	0.027	0.019	0.000	0.92	0.85
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	168.25	1,515.57	26.48	0.0	26.48	8.825	0.077	0.072	0.000	2.70	7.31

Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2022)	Incertidumbre datos de actividad	Incertidumbre factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2022)	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente	%	%	%	%	%	%	%	%	%
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	-486.50	-580.51	22.56	0.0	22.56	0.940	0.043	0.028	0.000	0.88	0.78
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	0.00		0.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	0.00	-62.52	22.56	0.0	22.56	0.011	0.003	0.003	0.000	0.10	0.01
4.C.1.Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	19.34	38.17	36.35	0.0	36.35	0.011	0.002	0.002	0.000	0.09	0.01
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	325.14	16,067.22	35.36	0.0	35.36	1,768.66	0.776	0.766	0.000	38.28	1,465.13
4.C.2.b.Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂	5.74		0.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.C.2.b.Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂	0.00	-9.23	30.41	0.0	30.41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.00
4.C.2.c.Humedales convertidos en pastizales	CO ₂	0.00		0.00	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00
4.C.2.c.Humedales convertidos en pastizales	CO ₂	0.00	-41.68	30.41	0.0	30.41	0.009	0.002	0.002	0.000	0.09	0.01
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	CO ₂	0.00	79.88	26.48	0.0	26.48	0.025	0.004	0.004	0.000	0.14	0.02
4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	CO ₂	0.00	64.22	26.48	0.0	26.48	0.016	0.003	0.003	0.000	0.11	0.01
4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	CO ₂	0.00	71.99	26.48	0.0	26.48	0.020	0.003	0.003	0.000	0.13	0.02
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	153.13	504.06	28.44	0.0	28.44	1.127	0.029	0.024	0.000	0.97	0.93
4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO ₂	50.50	95.19	28.44	0.0	28.44	0.040	0.006	0.005	0.000	0.18	0.03
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂	45.96	375.84	28.44	0.0	28.44	0.626	0.019	0.018	0.000	0.72	0.52
4.G.1.a. Madera aserrada	CO ₂	20.90	51.34	39.05	1.0	39.06	0.022	0.003	0.002	0.003	0.14	0.02
4.G.1.b. Paneles a base de madera	CO ₂	3.27	-41.60	39.05	2.0	39.10	0.015	0.002	0.002	0.006	0.11	0.01

Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o Absorciones del año base	Emisiones o Absorciones del año t (2022)	Incertidumbre datos de actividad	Incertidumbre factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por la categoría en el año t (2022)	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor de emisión	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales
		kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente	%	%	%	%	%	%	%	%	%
4.G.2. Papel y cartón	CO ₂	23.84	25.41	39.05	3.0	39.17	0.005	0.002	0.001	0.005	0.07	0.00
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	CH ₄	39.39	104.44	46.04	0.0	46.04	0.127	0.006	0.005	0.000	0.32	0.10
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	CO ₂	69.83	185.15	25.08	0.0	25.08	0.118	0.011	0.009	0.000	0.31	0.10
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	N ₂ O	5.32	14.11	30.07	0.0	30.07	0.001	0.001	0.001	0.000	0.03	0.00
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	360.05	774.86	54.13	0.0	54.13	9.642	0.048	0.037	0.000	2.83	7.99
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales	N ₂ O	16.66	37.58	61.52	0.0	61.52	0.029	0.002	0.002	0.000	0.16	0.02
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	149.43	370.54	15.25	0.0	15.25	0.175	0.022	0.018	0.000	0.38	0.14
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	324.23	1,079.39	25.50	0.0	25.50	4.151	0.061	0.051	0.000	1.85	3.44
Total		-21,269.71	13,424.64			2510	4629.964					3688.8
				Porcentaje de Incertidumbre del inventario total			±68.04 %		Porcentaje de incertidumbre en la tendencia			±60.74 %

1.6.2. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta fundamental para determinar cómo las variaciones en las emisiones de las subcategorías y en sus incertidumbres influyen sobre el resultado final del inventario. En términos prácticos, permite identificar las variables con mayor incidencia en las estimaciones de emisiones totales y en la incertidumbre asociada, facilitando la priorización de esfuerzos de mejora.

El objetivo central de este análisis es orientar el fortalecimiento del INGEI en tres dimensiones clave. En primer lugar, identificar las variables que más contribuyen a la incertidumbre total, de modo que los recursos puedan concentrarse en aumentar la precisión y confiabilidad de dichas estimaciones. En segundo lugar, evaluar la robustez del modelo, analizando la sensibilidad de los resultados frente a cambios en parámetros esenciales como los datos de actividad o los factores de emisión. Finalmente, comprender la interacción entre las distintas fuentes de incertidumbre mediante simulaciones Montecarlo, las cuales permiten explorar su impacto combinado y caracterizar la variabilidad total del sistema.

La Figura 1-4 muestra cómo la incertidumbre del inventario de GEI está fuertemente influenciada por el sector UTCUTS, tanto por las absorciones (Abs) como por las emisiones (Emi). En particular, UTCUTS (Abs) representa cerca del 64 % de la incertidumbre total, mientras que UTCUTS (Emi) aporta un 35 %, evidenciando que estos componentes son los principales determinantes de la variabilidad global del inventario.

Sensibilidad (Incertidumbre)

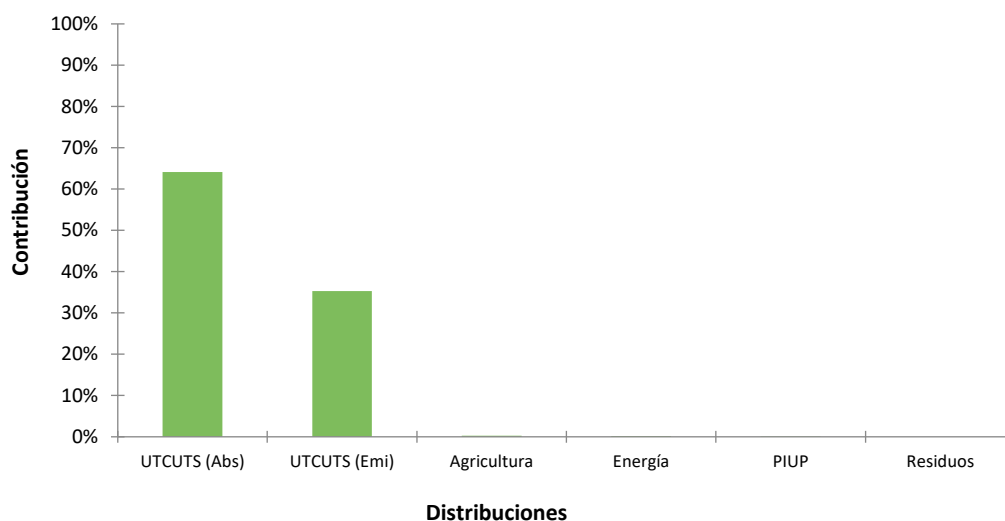


Figura 1-4. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre de los sectores en el año 2022.

La Figura 1-5 muestra los rangos de variación asociados a los sectores evaluados en el INGEI. Para el año 2022, la incertidumbre total del inventario se estimó en 79.33 %, siendo UTCUTS (Abs) el componente con mayor influencia, al generar un rango de variación de ± 4.36 %. Esto implica que su efecto ajusta la incertidumbre global entre 75.07 % y 83.79 %. En contraste, UTCUTS (Emi) aporta un cambio de ± 3.12 %, representando una contribución menor al rango total, aunque igualmente significativa dentro del comportamiento general del inventario.

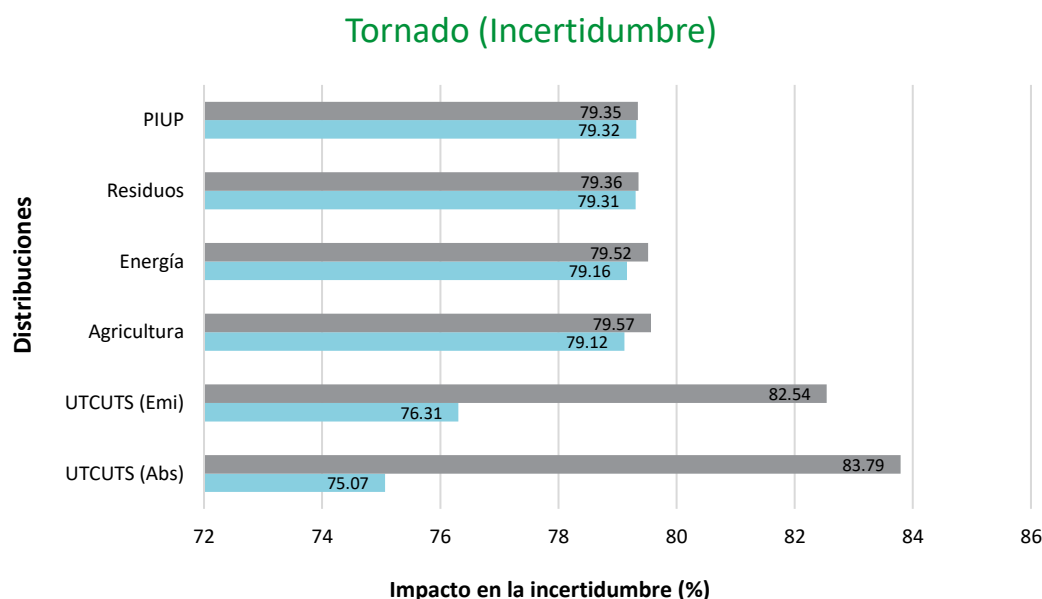


Figura 1-5. Análisis de impacto en la incertidumbre para los sectores en el año 2022.



1.7. Evaluación general de la exhaustividad

1.7.1. Información sobre la exhaustividad

El inventario cumple parcialmente con el principio de exhaustividad, sin embargo, es importante señalar que se ha procurado estimar las categorías/subcategorías clave en el país. En la actualidad aún existe ausencia de información relevante en los sectores, lo que impide cuantificar la totalidad de las categorías. En ese contexto, Honduras está trabajando activamente en la generación de los datos faltantes, con el fin de asegurar para próximos inventarios información más completa, que refleje de manera precisa todas las fuentes de emisiones y sumideros. En la Tabla 1-23.

Tabla 1-23. Categorías y subcategorías de fuentes y sumideros de GEI reportadas como no estimadas (NE)

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Explicación o comentario
CO ₂		1.A.2.a. Hierro y acero. 1.A.2.b. Metales no ferrosos. 1.A.2.c. Química. 1.A.2.d. Pulpa, papel e impresión. 1.A.2.g. Otros	Actualmente no se cuenta con una base de datos consolidada de estas categorías, que permita realizar la estimación de las emisiones que son generadas, por estas actividades. Sin embargo se vienen adelantando las acciones necesarias para poder realizar la estimación
		1.A.3.e.ii. Fuera de ruta.	Aún no se cuenta con un inventario de maquinaria fuera de ruta en el país, lo cual ha impedido realizar la estimación de esta categoría. Esta categoría cuenta con un plan de mejora que permitirá a futuro realizar la estimación.
		1.A.4.e. Otros sectores 1.A.4.a. Comercial/institucional 1.A.4.a.ii. Maquinaria Fuera de Ruta 1.A.4.c. Agricultura/forestal/pesca	Para las categorías descritas no se cuenta con información consolidada en el país que permita realizar la estimación de gases del sector.
CH ₄	Energía	1.A.2.a. Hierro y acero. 1.A.2.b. Metales no ferrosos. 1.A.2.c. Química. 1.A.2.d. Pulpa, papel e impresión. 1.A.2.g. Otros	Actualmente no se cuenta con una base de datos consolidada de estas categorías, que permita realizar la estimación de las emisiones que son generadas, por estas actividades. Sin embargo, se vienen adelantando las acciones necesarias para poder realizar la estimación
		1.A.3.e.ii. Fuera de ruta.	Aún no se cuenta con un inventario de maquinaria fuera de ruta en el país, lo cual ha impedido realizar la estimación de esta categoría. Esta categoría cuenta con un plan de mejora y espera poder realizarse su estimación.
		1.A.4.e. Otros sectores 1.A.4.a. Comercial/institucional 1.A.4.a.ii. Maquinaria Fuera de Ruta 1.A.4.c. Agricultura/forestal/pesca	Para las categorías descritas no se cuenta con información consolidada en el país que permita realizar la estimación de gases del sector.
N ₂ O		1.A.2.a. Hierro y acero. 1.A.2.b. Metales no ferrosos. 1.A.2.c. Química. 1.A.2.d. Pulpa, papel e impresión. 1.A.2.g. Otros	Actualmente no se encuentra con una base de datos consolidada de estas categorías que permita realizar su estimación de las emisiones que son generadas, por estas actividades. Sin embargo se vienen adelantando las acciones necesarias para poder realizar la estimación
		1.A.3.e.ii. Fuera de ruta.	Aun no se cuenta con un inventario de maquinaria fuera de ruta en el país, lo cual ha impedido realizar la estimación de esta categoría. Esta categoría cuenta con plan de mejora y espera poder realizarse su estimación.
		1.A.4.e. Otros sectores 1.A.4.a. Comercial/institucional 1.A.4.a.ii. Maquinaria Fuera de Ruta 1.A.4.c. Agricultura/forestal/pesca	Para las categorías descritas no se cuenta con información consolidada en el país que permita realizar la estimación de gases del sector.
CO ₂	PIUP	2.C.5. Producción de plomo	El BCH reporta datos de exportación de plomo, sin embargo, se debe revisar si en el país existe producción primaria y/o secundaria o solo extracción mineral para reportar o no las estimaciones
		2.C.6. Producción de zinc	El BCH reporta datos de exportación de zinc, sin embargo, se debe revisar si en el país existe producción primaria y/o secundaria o solo extracción mineral para reportar o no las estimaciones
		2.D.3.ai. Uso de solvente	No se cuenta con información disponible para realizar la estimación de la subcategoría
		2.D.3.a.ii. Pavimentación de carreteras con asfalto	No se cuenta con información disponible para realizar la estimación de la subcategoría
HFC		2.F.2. Uso de solvente	La UTOH reporta los consumos de HFC en 2.F.1., sin embargo, se hace necesario identificar el consumo de estos gases fluorados en las otras aplicaciones.
		2.F.3. Protección contra incendios	
		2.F.4. Aerosoles	
	2.F.5. Solventes		
		2.F.6. Otros	

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Explicación o comentario
SF ₆		2.G.1. Equipos electrónicos	No se cuenta con información disponible para realizar la estimación de la subcategoría, por lo tanto en el presente inventario se aplica flexibilidad (FX)
CO ₂		3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	No se ha identificado la composición de otros fertilizantes que contienen carbono.
CH ₄	Agricultura	3.A.4.a. Búfalos	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.A.4.c. Ciervos	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.A.4.h. Otro	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.B.4.a. Búfalo	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.B.4.c. Ciervos	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.B.4.h. Otro	No se reporta registro de la población para las especies animales.
		3.F.1. Cereales	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.2. Legumbres	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.3. Tubérculos y raíces	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.5. Otros	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.B.4.a. Búfalo	No se reporta registro de la población para la especie animal.
		3.B.4.c. Ciervos	No se reporta registro de la población para la especie animal.
N ₂ O	Agricultura	3.B.4.h. Otro	No se reporta registro de la población para las especies animales.
		3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	Ausencia de información asociada a la identificación de suelos minerales.
		3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	Ausencia de información asociada a la identificación de suelos orgánicos gestionados.
		3.D.1.g. Otro	Ausencia de información asociada a la identificación de otras fuentes.
		3.F.1. Cereales	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.2. Legumbres	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.3. Tubérculos y raíces	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		3.F.5. Otros	No se dispone de información suficiente sobre las fracciones de área quemada asociadas a estos cultivos. Aún se desconoce el manejo de la quema en dichos sistemas productivos.
		4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	En la identificación de los usos y cambios de uso del suelo no se identificó esta categoría; es necesario un muestreo más exhaustivo para encontrar todos los cambios de uso.
		4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	
		4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	
		4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	
		4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	
CO ₂	UTCUTS	4.D.1. Humedales que permanecen como tales	No se han determinado los DA necesarios para la estimación

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Explicación o comentario
		4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	En la identificación de los usos y cambios de uso del suelo no se identificó esta categoría; es necesario un muestreo más exhaustivo para encontrar todos los cambios de uso.
		4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	
		4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	No se han determinado los DA necesarios para la estimación
		4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	En la identificación de los usos y cambios de uso del suelo no se identificó esta categoría; es necesario un muestreo más exhaustivo para encontrar todos los cambios de uso.
		4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	
		4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	
		4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	
		4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	
		4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	
		4.F.2.d. Asentamientos convertidos en otras tierras	
CH ₄	Residuos	5.A.1. Eliminación de residuos sólidos en sitios gestionados	El país no ha identificada la población que es atendida por este tipo de sitios de eliminación de residuos sólidos
		5.A.2. Eliminación de residuos sólidos en sitios no gestionados	
		5.B. Tratamiento biológico de residuos	El país no conoce y no cuenta con la herramienta que permita consolidar la información relacionada con esta categoría.
N ₂ O		5.B. Tratamiento biológico de residuos	

Ciertas fuentes de emisiones y absorciones se agrupan en otras secciones diferentes, en lugar de ser asignadas a su fuente o sumidero correspondiente según lo sugerido por el IPCC, 2006-2019. En la Tabla 1-24, se presenta un desglose de estas categorías, junto con la justificación correspondiente de su asignación.

Tabla 1-24. Categorías y subcategorías de fuentes y sumideros de GEI reportadas como incluidas en otro lugar (IE).

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006	Asignación según el país	Explicación o comentario
CO ₂	Energía	1.D.1.b. Navegación Marítima Internacional	1.D.1.b. Navegación Marítima Internacional	1.A.3.d Navegación Doméstica	Debido a que no fue posible realizar la desagregación de los consumos nacionales e internacionales, se estimaron las emisiones de forma agregada, sin embargo, se espera poder desagregar las emisiones de navegación marítima nacional e internacional
CH ₄	Agricultura	3.E. Quema prescrita de sabanas	3.E. Quema prescrita de sabanas	4(IV).C. Pastizales	La categoría 3.E. estima emisiones asociadas a quemas autorizadas, sin embargo en el país no se dispone de información desagregada por tipo de quema. Dado que en UTCUTS Quema de biomasa ya se cuantifican las emisiones por quema de pastizales (4(IV).C. Pastizales), se asume que la quema prescrita de sabanas está incluida en dicha categoría. esto permitirá evitar la doble contabilidad.

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006	Asignación según el país	Explicación o comentario
N ₂ O	Agricultura	3.E. Quema prescrita de sabanas	3.E. Quema prescrita de sabanas	4(IV).C. Pastizales	La categoría 3.E. estima emisiones asociadas a quemas autorizadas, sin embargo en el país no se dispone de información desagregada por tipo de quema. Dado que en UTCUTS Quema de biomasa ya se cuantifican las emisiones por quema de pastizales (4(IV).C. Pastizales), se asume que la quema prescrita de sabanas está incluida en dicha categoría. esto permitirá evitar la doble contabilidad.
CH ₄	UTCUTS	4.A.1. Tierras de forestales que permanecen como tales	4.A.1. Tierras de forestales que permanecen como tales	4(IV).A. Tierras forestales	El gas CH ₄ se estima en la categoría 4(IV) Quema de biomasa, debido a que no es emisión de CO ₂
	UTCUTS	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4(IV).B. Cultivos	
	UTCUTS	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(IV).C. Pastizales	
N ₂ O	UTCUTS	4.A.1. Tierras de forestales que permanecen como tales	4.A.1. Tierras de forestales que permanecen como tales	4(IV).A. Tierras forestales	El gas N ₂ O se estima en la categoría 4(IV) Quema de biomasa, debido a que no es emisión de CO ₂
	UTCUTS	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4(IV).B. Cultivos	
	UTCUTS	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(IV).C. Pastizales	



1.8. Sistemas de medición

Para el reporte de emisiones y absorciones de GEI en Honduras, los valores se expresan en términos de CO₂-equivalente (CO₂ eq), a partir de la aplicación del potencial de calentamiento global (PCG, o GWP por sus siglas en inglés) con horizonte de 100 años (PCG₁₀₀), conforme a lo indicado por las guías internacionales vigentes. En particular, se adoptaron los valores del PCG correspondientes al horizonte de 100 años establecidos en el IPCC, según lo recomendado en su Quinto Informe de Evaluación (AR5) para efectos de reporte y consolidación de inventarios nacionales:

Tabla 1-25. Potencial de calentamiento atmosférico y potencial de cambio en la temperatura global utilizados en el inventario, valores para un horizonte temporal de 100 años.

GEI	PCG (AR5) - 100 años
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265
HFC-32	677
HFC-125	3170
HFC-134a	1300
HFC-152a	138
HFC-143a	4800
HFC-227ea	3350



1.9. Resumen de la flexibilidad aplicada

De acuerdo con el párrafo 48, de las MPG (Decisión 18/CMA1), en el que se establece que cada país debe reportar los siete gases, Honduras se acoge a la flexibilidad de presentar al menos los 3 gases (CO₂, CH₄, N₂O) y cualquiera de los gases restantes. En el sector de PIUP los gases restantes se consignan en las tablas mediante las claves de notación correspondientes: SF₆ (FX), PFC y NF₃ (NO), en coherencia con la ocurrencia de las categorías/subcategorías y la disponibilidad de información.

Por otro lado, si bien se presenta el resumen de actividades de control de calidad general y específico por sector y categoría, Honduras continúa trabajando en la construcción y aprobación del Plan de Control y Aseguramiento de Calidad, por lo tanto, el país se acoge a la flexibilidad descrita en el párrafo 34 de la Decisión 18/CMA1.

CAPÍTULO 2

TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



SERNA



2.1. Descripción de la tendencia agregada de las emisiones y absorciones de GEI

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de Honduras cubre el periodo de 1990-2022, desarrollado de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 y el Refinamiento de 2019 en concordancia con las modalidades, procedimientos y directrices del Marco Reforzado de Transparencia. Se incluyen los principales gases: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, distribuidos en los sectores de Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP), Agricultura, Uso y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) Residuos acuerdo con las categorías y subcategorías que ocurren en el país. Adicionalmente se estima el gas precursor de CO₂ específicamente en el sector de PIUP, en el caso de los gases PFC y NF₃ se emplea la clave de notación de No Ocurre (NO), así como las emisiones indirectas de CO₂ y N₂O, las cuales se registran con las claves de notación NA, NO, NE, ya que actualmente no se han identificado fuentes relevantes o no se dispone de información suficiente para su estimación.

Es de resaltar que, para el presente anexo, se realizó una actualización del Inventario Nacional de GEI, ya que se contó con información adicional que permitió incluir categorías que no estaban contempladas en el documento principal del BTR1. En particular, se incorporaron la categoría 3.F. *Quema de residuos agrícolas en el campo* y la categoría 4.G. *Productos de la madera recolectada*, las cuales no habían sido estimadas previamente. La inclusión de estas fuentes mejora la exhaustividad y coherencia del inventario en los sectores Agricultura y UTCUTS y explica las diferencias en los niveles de emisiones reportados en este anexo respecto al documento principal del BTR1.

Honduras aplica la flexibilidad descrita en la decisión 18/CMA.1 párrafo 48, reportando de manera prioritaria las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. Para el SF₆ se utiliza la clave de notación FX (flexibilidad), dado a que actualmente no se dispone de información suficiente para su

estimación. A su vez se aplica a la flexibilidad establecida en los párrafos 34 y 35 de la decisión 18/CMA.1 ya que aún no se cuenta con un plan formal de aseguramiento y control de calidad, en su lugar se implementan y describen procedimientos generales y específicos de control de calidad por categoría en cada sector, de acuerdo con el capítulo 6, Garantía de Calidad/Control de Calidad y Verificación del volumen 1, Orientación general y generación de informes, de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

En el último año cuantificado (2022), las emisiones netas totales de GEI excluyendo UTCUTS alcanzan 23,735.79 kt CO₂ eq. El sector Energía es el principal contribuyente, aportando 10,879.59 kt CO₂ eq, representando un 45.84 % del total nacional, sin considerar el sector de UTCUTS. En segundo lugar, se presenta el sector Agricultura con 8,285.61 kt CO₂ eq (34.91 %), siendo las emisiones de CH₄ de la fermentación entérica y la quema de residuos agrícolas las principales fuentes de emisiones. Por su parte el sector de Residuos aporta 2,566.06 kt CO₂ eq (10.81 %), dominado principalmente por el tratamiento y eliminación de aguas residuales y la eliminación de residuos sólidos. Finalmente, el sector PIUP estima una participación de 8.45 %, relacionado con la industria de los minerales y el uso de productos sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) (Figura 2-1).

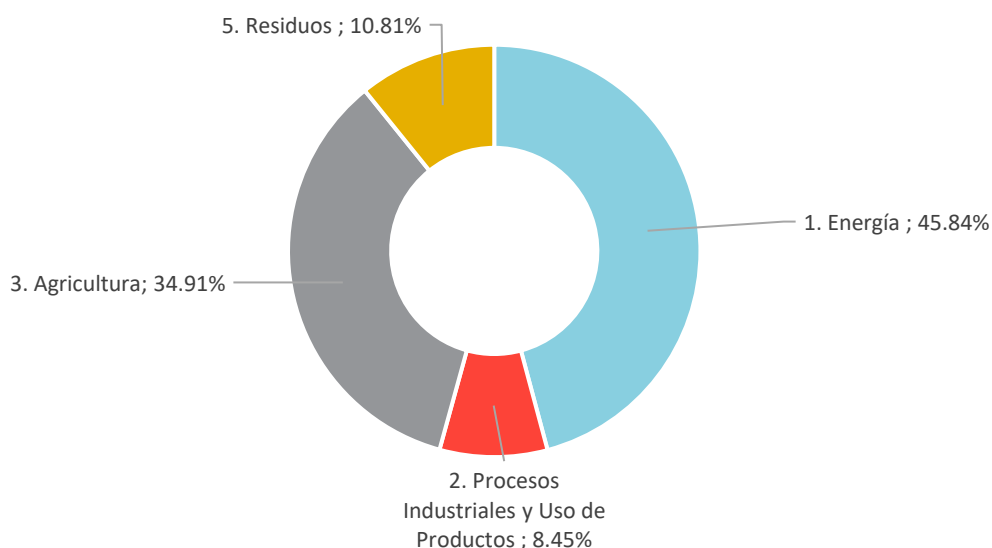


Figura 2-1. Contribución de sectores a las emisiones excluyendo UTCUTS (2022).

Incluyendo al sector UTCUTS en el balance del inventario, Honduras estima para 2022, unas emisiones netas de 20,627.10 kt CO₂ eq, indicando unas absorciones netas de -3,108.69 kt CO₂ eq, las cuales compensan de manera parcial las emisiones brutas generadas por los otros sectores. Cabe mencionar que en los últimos años el país ha dejado de ser un sumidero como ocurría al principio de la serie analizada.

La tendencia agregada del inventario muestra un incremento importante en el transcurso de la serie de tiempo. Excluyendo UTCUTS, las emisiones casi se duplican entre 1990 y 2022, pasando de 11,813.66 kt CO₂ eq a 23,735.79 kt CO₂ eq (incremento de 100.92 %). Este crecimiento está relacionado con el sector de energía, el cual representa un aumento de 168.75 %, pasando de 4,048.28 kt CO₂ eq a 10,879.59 kt CO₂ eq, impulsado por la dependencia de los combustibles fósiles en el sector de transporte, la producción de electricidad y calor, que crece de forma significativa debido a la expansión de la demanda energética y las industrias manufactureras y de la construcción, que mantienen una tendencia ascendente acorde con la actividad económica del país. El sector PIUP también muestra un incremento marcado de las emisiones, su aumento entre 1990 y 2022 representó 426.07%; este comportamiento obedece principalmente al aumento en el uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado, el uso de lubricantes y cera de parafina y la producción de cemento. El sector de Residuos estima un aumento de 165.94 % desde 1990, coherente con el incremento de la generación de residuos sólidos y líquidos asociado al crecimiento poblacional, la urbanización y la limitada expansión de infraestructura para su manejo adecuado. En contraste el sector de Agricultura asciende de forma más moderada con una tasa de crecimiento de 29.07 % (entre 1990 y 2022), sin embargo, mantiene una participación importante en el total nacional de las emisiones (34.91 % año 2022 excluyendo UTCUTS).

Por otra parte, la tendencia del sector UTCUTS determina el balance neto nacional. Los primeros años de la serie de tiempo se presenta como un sumidero de carbono importante, estimando para todo el inventario valores de -21,269.71 kt CO₂ eq (1990), producto de absorciones de carbono en tierras forestales y otros usos del suelo, los cuales compensaban las emisiones de los otros sectores. Al transcurrir los años, la magnitud de estas capturas es reducida, a causa de la deforestación, la degradación de los bosques, cambios en el uso de la tierra y variaciones en las

existencias de carbono. El país es sumidero neto hasta el año 2013 (-4,011.03 kt CO₂ eq) y pasa a ser un emisor neto a partir de 2014 (3,713.86 kt CO₂ eq). Para el año 2022 las capturas del sector UTCUTS son relativamente pequeñas (representando el -15.07 % del total del inventario), en comparación a los primeros años de la serie analizada, lo que permite que el país cuantifique emisiones netas positivas (Figura 2-2).

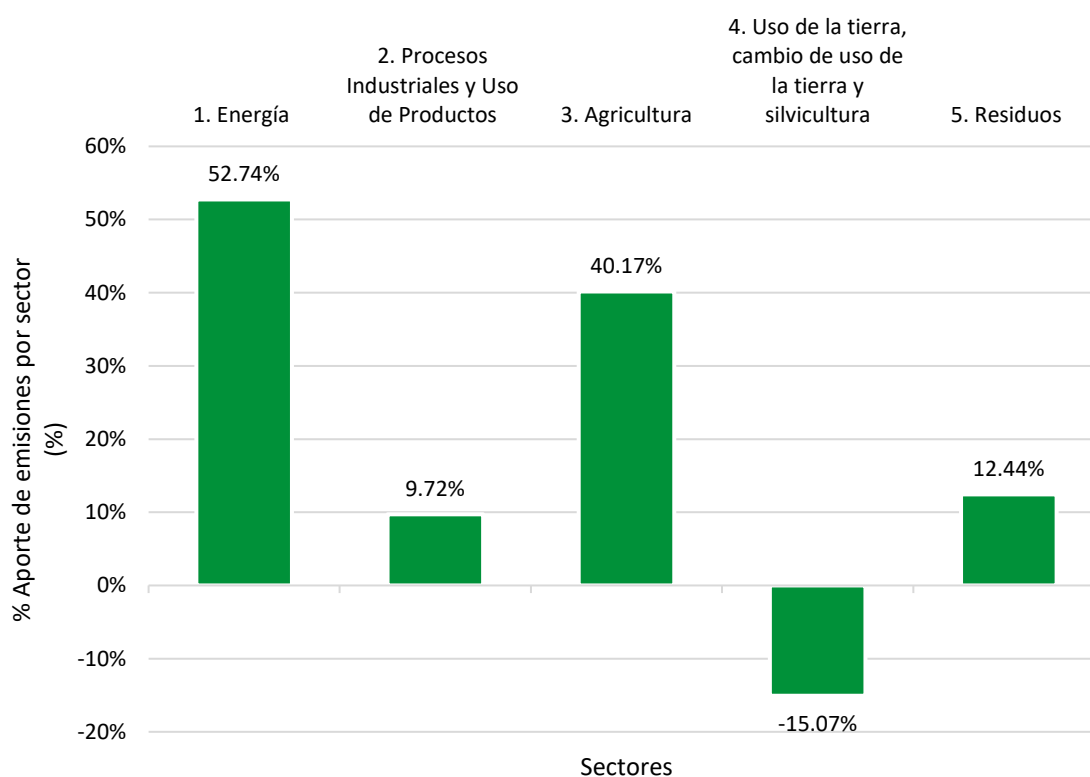


Figura 2-2. Contribución de sectores a las emisiones incluyendo UTCUTS (2022).

A continuación, se presenta en formato de tablas, el resumen de las emisiones del inventario para el último año (2022) en términos de kt de CO₂ eq, con las respectivas claves de notación utilizadas en cada categoría y subcategoría.

Tabla 2-1. Resumen del inventario nacional de GEI por sectores y categorías (2022) (Informe en CO₂ eq).

Código	Categorías de fuente y sumideros	Emisiones kt CO ₂ eq									Absorciones totales kt CO ₂ eq	Total Emisiones brutas kt CO ₂ eq	Total Emisiones netas kt CO ₂ eq
		Absorciones CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	Mezclas no específicas de HFC y PFC	SF ₆	NF ₃			
	Emisiones y absorciones nacionales totales	- 27,625.44	35,863.79	8,421.91	3,066.34	900.49	NO	NO	FX	NO	- 27,625.44	48,252.54	20,627.10
1.	Energía		10,313.12	440.79	125.67							10,879.59	10,879.59
1.A.	Actividades de quema de combustibles		10,313.12	440.79	125.67							10,879.59	10,879.59
1.A.1.	Producción de electricidad y calor como actividad principal		3,099.96	3.42	6.41							3,109.79	3,109.79
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción		1,752.69	7.92	10.98							1,771.60	1,771.60
1.A.3.	Transporte		4,684.90	33.89	57.77							4,776.56	4,776.56
1.A.4.	Otros sectores		775.56	395.56	50.51							1,221.63	1,221.63
1.A.5.	Otro		NO	NO	NO							NO	NO
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles		NE,NO	NE,NO	NO							NE,NO	NE,NO
1.B.1.	Combustibles sólidos		NO	NO	NO							NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía		NE,NO	NE,NO	NO							NE,NO	NE,NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂		NO									NO	NO
2	Procesos Industriales y Uso de Productos		1,104.03	NA,NO	NA,NO	900.49	NO	NO	FX	NO		2,004.52	2,004.52
2.A.	Industria de los minerales		1,042.46	NO	NO							1,042.46	1,042.46
2.B.	Industria química		NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO			FX,NE,NO
2.C.	Industria de los metales		NE,NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO			FX,NE,NO
2.D.	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes		61.57	NO	NO							61.57	61.57
2.E.	Industria electrónica				NO	NO	NO	NO	FX	NO			FX,NO
2.F.	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono					900.49	NO	NO	FX	NO		900.49	900.49

CAPITULO 2. TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

Código	Categorías de fuente y sumideros	Emisiones kt CO ₂ eq									Absorciones totales kt CO ₂ eq	Total Emisiones brutas kt CO ₂ eq	Total Emisiones netas kt CO ₂ eq
		Absorciones CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	Mezclas no específicas de HFC y PFC	SF ₆	NF ₃			
	Emisiones y absorciones nacionales totales	- 27,625.44	35,863.79	8,421.91	3,066.34	900.49	NO	NO	FX	NO	- 27,625.44	48,252.54	20,627.10
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos		NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO			FX,NO
2.H.	Otros		NA,NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	FX	NO			FX,NA,NO
3	Agricultura		145.99	5,351.39	2,788.23							8,285.61	8,285.61
3.A.	Fermentación entérica			5,172.21								5,172.21	5,172.21
3.B.	Gestión del estiércol			128.29	43.59							171.88	171.88
3.C.	Cultivo de arroz			42.68								42.68	42.68
3.D.	Suelos agrícolas			NE	729.05							729.05	729.05
3.E.	Quema prescrita de sabanas			IE	IE								
3.F.	Quema de residuos agrícolas en el campo			8.21	2,015.59							2,023.80	2,023.80
3.G.	Encalado		10.29									10.29	10.29
3.H.	Aplicación de urea		135.70									135.70	135.70
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono		NE										
3.J.	Otros		NO	NO	NO								
4	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	- 27,625.44	24,115.51	300.50	100.75						- 27,625.44	24,516.75	- 3,108.69
4.A.	Tierras forestales	- 26,265.63	IE,NE								- 26,265.63	-	- 26,265.63
4.B.	Tierras de cultivo	- 1,184.07	2,009.34								- 1,184.07	2,009.34	825.26
4.C.	Pastizales	- 134.14	20,584.05								- 134.14	20,584.05	20,449.91
4.D.	Humedales	NE	490.39	NO	NO						IE	490.39	490.39
4.E.	Asentamientos	NE	954.99	NO	NO						IE	954.99	954.99
4.F.	Otras tierras	NO,NE	NO,NE	NO	NO						NO		
4(IV)	Quema de biomasa			300.50	100.75							401.24	401.24
4.G.	Productos de la madera recolectada	- 41.60	76.74								- 41.60	76.74	35.14
5	Residuos		185.15	2,329.23	51.69							2,566.06	2,566.06
5.A.	Eliminación de residuos sólidos			1,079.39								1,079.39	1,079.39
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE,NO	NE,NO								
5.C.	Incineración e incineración abierta de residuos		185.15	104.44	14.11							303.70	303.70
5.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales			1,145.40	37.58							1,182.98	1,182.98
5.E.	Otros		NO	NO	NO								

Código	Categorías de fuente y sumideros	Emisiones kt CO ₂ eq									Absorciones totales kt CO ₂ eq	Total Emisiones brutas kt CO ₂ eq	Total Emisiones netas kt CO ₂ eq
		Absorciones CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	Mezclas no específicas de HFC y PFC	SF ₆	NF ₃			
	Emisiones y absorciones nacionales totales	- 27,625.44	35,863.79	8,421.91	3,066.34	900.49	NO	NO	FX	NO	- 27,625.44	48,252.54	20,627.10
6	Otro		NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NO	NO	FX,NO
Elementos informativos													
1.D.1.	Combustibles internacionales		264.97	0.05	1.96							266.99	266.99
1.D.1.a.	Aéreo		264.97	0.05	1.96							266.99	266.99
1.D.1.b.	Marítimo		IE,NO	IE,NO	IE,NO							IE,NO	IE,NO
1.D.2.	Operaciones multilaterales		NO	NO	NO							NO	NO
1.D.3.	Emisiones de CO ₂ de la biomasa		IE,NA,NE,NO									IE,NA,NE,NO	IE,NA,NE,NO
1.D.4.	CO ₂ capturado		NO									NO	NO
5.F.1.	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos		NO									NO	NO
	Emisiones indirectas de N ₂ O				NA,NE,NO								
	Emisiones indirectas de CO ₂		NA,NE,NO										
Total de CO₂ equivalente excluyendo UTCUTS													23,818.59
Total de CO₂ equivalente incluyendo UTCUTS													20,709.91
Total de CO₂ equivalente, incluyendo emisiones indirectas de CO₂, sin UTCUTS													23,818.59
Total de CO₂ equivalente, incluyendo emisiones indirectas de CO₂, con UTCUTS													20,709.91

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

2.2. Descripción de la tendencia de las emisiones y absorciones por sector y gas

2.2.1. Descripción de la tendencia por sector

En esta sección se muestra la evolución de las emisiones y absorciones de GEI del inventario nacional de Honduras. Se utilizan como referencia años clave de la serie temporal 1990-2022, en intervalos de cinco años, empleando como base las emisiones netas nacionales incluyendo y excluyendo UTCUTS en términos de kt CO₂ eq. Este análisis permite identificar el cambio de las emisiones a lo largo del tiempo y a su vez observar la contribución relativa de Energía, PIUP, Agricultura, UTCUTS y Residuos en el balance neto nacional, así como los principales impulsores de las emisiones.

La Tabla 2-2 presenta la evolución del total neto de las emisiones por sector incluyendo el sector de UTCUTS en intervalos de cinco años. Se observa que al inicio de la serie (1990) Honduras se presenta como un sumidero neto importante (-21,269.71 kt CO₂ eq) por las altas absorciones reportadas en el sector UTCUTS. A mediados de la década de 2010 pasa a convertirse en un emisor neto, alcanzando 20,627.10 kt CO₂ eq en 2022. Por otra parte, los sectores de Energía, PIUP y Residuos muestran un crecimiento sostenido, mientras que el sector de Agricultura presenta emisiones relativamente estables con una ligera tendencia al alza. En contraste, el sector de UTCUTS disminuye su potencial de absorción lo que implica que en los años más recientes los valores sean positivos. Dado lo anterior, en 2022 las emisiones netas de todo el inventario aumentan en un 196.98 %. El incremento de emisiones por sector entre 1990 y 2022 se presenta así: Energía aumento en torno a 168.75 %, PIUP (426.07 %), Agricultura (29.07 %), Residuos (165.94 %) y UTCUTS reduce su potencial de sumidero alrededor de 90.60 %.

Tabla 2-2. Emisiones netas de GEI por sector incluyendo UTCUTS (kt. CO₂ eq.año⁻¹).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Energía	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59

CAPÍTULO 2. TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

PIUP	381.04	693.46	1,045.63	946.58	1,100.71	1,281.06	1,619.40	1,761.19	2,004.52
Agricultura	6,419.43	5,856.32	5,238.26	7,548.93	7,932.81	8,050.54	8,246.04	8,158.58	8,285.61
UTCUTS	-33,083.37	-32,575.23	-31,784.28	-33,661.99	-24,048.29	-15,249.57	311.83	-8,586.52	-3,108.69
Residuos	964.91	1,088.41	1,319.21	1,546.54	1,816.60	2,168.89	2,466.55	2,524.61	2,566.06
Total neto	-21,269.71	-20,089.60	-18,249.95	-15,718.55	-4,501.64	7,134.20	21,794.80	14,148.78	20,627.10

En términos de impulsores de las fuentes de emisión, en el sector de Energía las determinan principalmente el crecimiento de la demanda de transporte, electricidad y actividades asociadas con el uso de combustibles fósiles (diésel, fuelóleo y gasolina). En el sector de PIUP las emisiones están dominadas por la expansión de la producción de cemento y cal así como el uso de refrigerantes que contienen HFC (refrigeración y aire acondicionado). En Agricultura las poblaciones animales principalmente el hato bovino, la quema de residuos agrícolas y las fuentes nitrogenadas agregadas a los suelos agrícolas. En Residuos, el crecimiento poblacional que provoca el aumento de la generación de residuos. Finalmente, en el sector UTCUTS los principales impulsores son: el cambio de uso del suelo, particularmente la conversión de áreas boscosas a pastizales, así como a diversas perturbaciones ocurridas en el territorio. La categoría de pastizales ha mostrado un crecimiento considerable en la superficie registrada, fenómeno que contribuye a un balance menos favorable al reducir las absorciones netas del sector.

La Figura 2-3 presenta la tendencia del total neto de emisiones de GEI (1990-2022) por sector en términos de kt CO₂ eq.año⁻¹. Las emisiones de los sectores de Energía, Agricultura, PIUP y Residuos aumentan de manera sostenida en el tiempo, mientras que el sumidero de UTCUTS se reduce significativamente a lo largo del periodo.

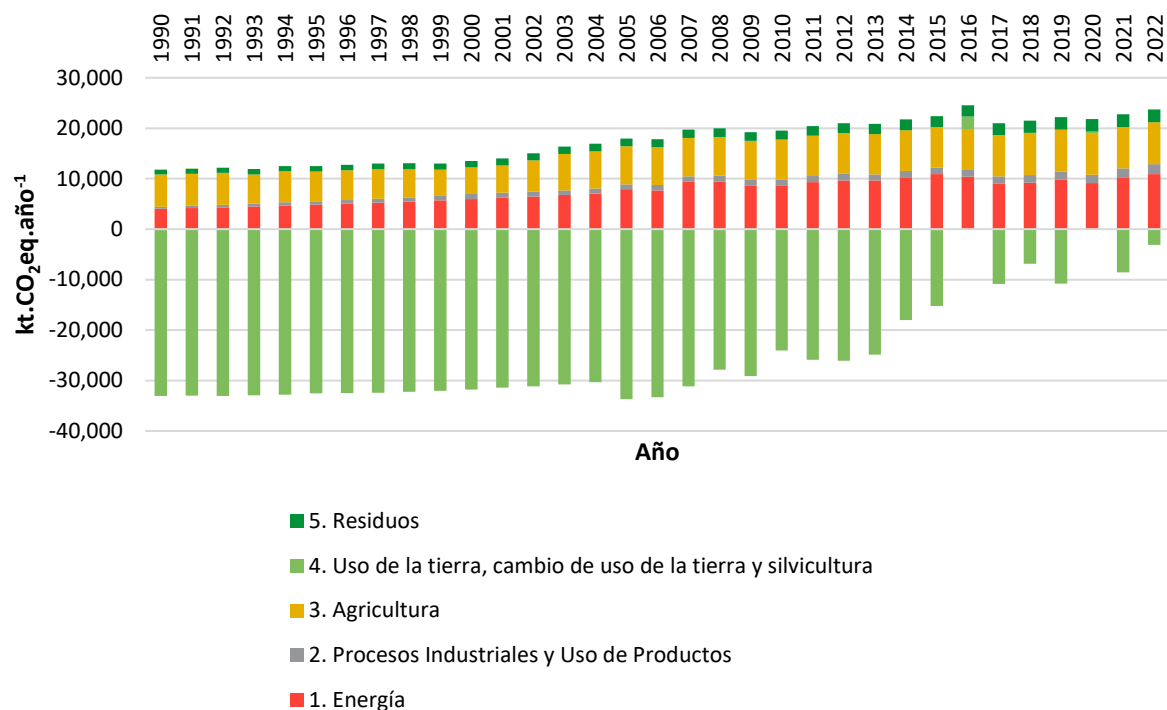


Figura 2-3. Tendencia de emisiones por sector incluyendo el sector UTCUTS (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022).

En la Tabla 2-3, se muestra la evolución de las emisiones excluyendo el sector de UTCUTS en intervalos de 5 años. En el último año calculado (2022) las emisiones del país ascienden a 23,735.79 kt CO₂ eq, lo que representa un incremento de emisiones de 100.92 %, respecto a 1990. Esto debido principalmente a la contribución de emisiones del sector Energía que aporta el 45.84 %, de las emisiones totales y registra un incremento de 168.75 % entre 1990 y 2022, relacionado específicamente con la quema de combustibles fósiles, para la generación eléctrica y el transporte. El sector Agricultura aporta 34.91 % del total y ha presentado un aumento de emisiones de 29.07 % desde 1990, lo cual está relacionado con la expansión de las actividades agropecuarias que se realizan en el país. Los sectores de Residuos y PIUP aportan en menor medida al total de las emisiones con 10.81 % y 8.45 % respectivamente.

Tabla 2-3. Emisiones netas de GEI por sector excluyendo UTCUTS (kt. CO₂ eq.año⁻¹).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Energía	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59

CAPÍTULO 2. TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

PIUP	381.04	693.46	1,045.63	946.58	1,100.71	1,281.06	1,619.40	1,761.19	2,004.52
Agricultura	6,419.43	5,856.32	5,238.26	7,548.93	7,932.81	8,050.54	8,246.04	8,158.58	8,285.61
Residuos	964.91	1,088.41	1,319.21	1,546.54	1,816.60	2,168.89	2,466.55	2,524.61	2,566.06
Total neto	11,813.66	12,485.62	13,534.33	17,943.44	19,546.65	22,383.76	21,482.97	22,735.31	23,735.79

Observando los años más recientes, las emisiones totales excluyendo UTCUTS pasan de 21,482.97 kt CO₂ eq en el año 2020 a 23,735.79 kt CO₂ eq en 2022, esto estima un crecimiento de las emisiones en 10.49 %, impulsado por la recuperación de la actividad económica y de la demanda energética posterior a la pandemia de COVID-19 y la contribución complementaria de los sectores de PIUP y Residuos en ese periodo.

En la Figura 2-4 se presenta la tendencia de las emisiones excluyendo al sector de UTCUTS, se observan varias fluctuaciones interanuales significativas, principalmente entre 2000 y 2005, en donde las emisiones pasan de 13,534.33 kt CO₂ eq a 17,943.44 kt CO₂ eq, comportamiento que obedece al crecimiento acelerado de la demanda de energía y de la actividad productiva del país. Otro aspecto de destacar es la disminución de emisiones entre el 2015 y 2020 (22,383.76 kt CO₂ eq vs 21,482.97 kt CO₂ eq) asociado posiblemente a cambios de patrones de consumo de combustibles fósiles, variaciones en la generación eléctrica y a los efectos de la desaceleración económica causada por la pandemia.

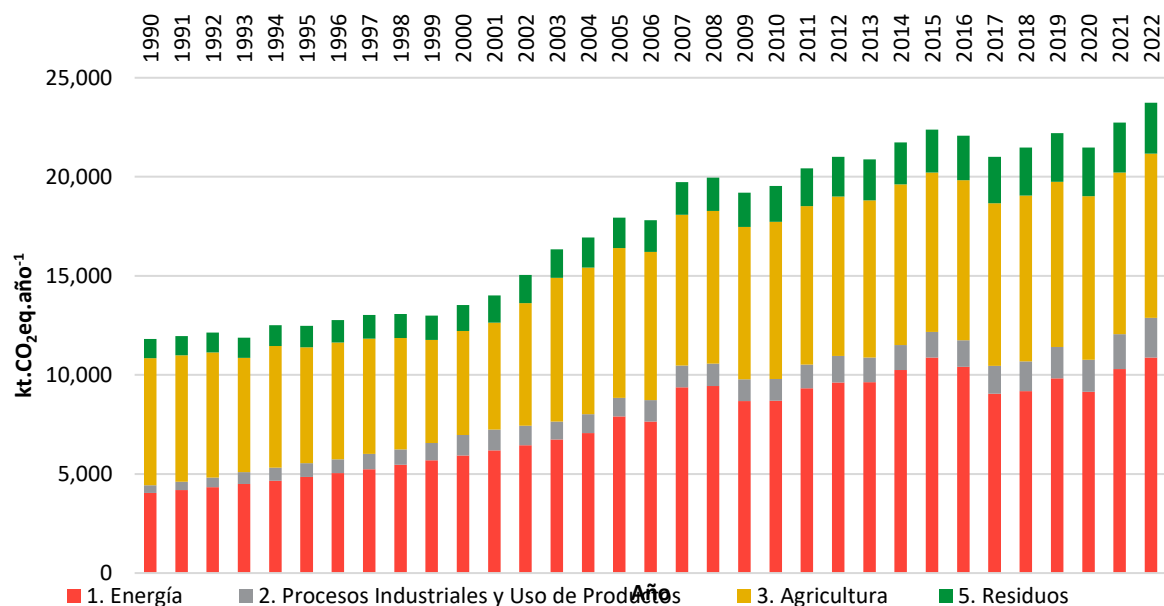


Figura 2-4. Tendencia de emisiones por sector excluyendo el sector UTCUTS (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022).

2.2.1.1. Tendencia de las emisiones por sector

2.2.1.1.1. Energía

El sector de energía constituye la mayor parte de las emisiones cuando se excluyen las emisiones netas del sector UTCUTS (45.84% en 2022 equivalente a 10,879.59 kt CO₂ eq), aquí se consideran las fuentes de emisión de producción de electricidad y calor como actividad principal, industrias manufactureras y de la construcción, transporte y otros sectores consumidores de energía como el residencial, comercial e institucional principalmente. El gas predominante es el CO₂, el cual se deriva de la combustión de gasolina y diésel en el transporte, el uso de combustibles fósiles para generación eléctrica y el consumo industrial. Este representa más del 90% del total para el año 2022 (10,313.12 kt CO₂ eq). Por su parte el CH₄ y el N₂O representan una proporción relativamente pequeña con una participación de 4.05 % y 1.16 % respectivamente. El CH₄ alcanza en 2022 aproximadamente 440.79 kt CO₂ eq, derivado de la combustión incompleta de combustibles en motores y calderas. El N₂O registra en 2022 cerca de 125.67 kt CO₂ eq, asociado principalmente a procesos de combustión a altas temperaturas en transporte, calderas industriales y generación térmica.

En términos de tendencia las emisiones muestran un crecimiento constante desde el año 1990, presentando un crecimiento rápido de emisiones a partir de la década del 2000, esto debido a un mayor consumo de combustibles en el subsector de transporte y la industria. En la tendencia del sector también se observa variaciones interanuales relacionados con cambios en la composición de la matriz energética, fluctuaciones en la actividad económica y variaciones en los precios internacionales de los combustibles (ver Figura 2-5).

El subsector de transporte y la generación de electricidad aportan gran parte de las emisiones (1.A.3. Transporte y 1.A.1. Producción de electricidad y calor como actividad principal) 43.90 % y 28.58 % respectivamente en el año 2022. En el caso de transporte las emisiones son impulsadas por el crecimiento del parque automotor, el incremento en el transporte de carga. En la generación de electricidad las emisiones son asociadas al consumo de combustibles fósiles como fuelóleo y diésel principalmente en periodos de menor disponibilidad hidrológica.

2.2.1.1.2. Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP)

El sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) contribuye con una fracción menor dentro del inventario. Excluyendo al sector UTCUTS, aporta un 8.45 % (equivalente a 2,004.52 kt CO₂ eq). Aquí se incluyen las emisiones de CO₂ proveniente de la industria de los minerales (producción de cemento y cal), el uso no energético de combustibles y solventes como lubricantes y cera de parafina, las emisiones de HFC, producto del uso de sustancias sustitutas de las SAO en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado y emisiones proveniente de la industria de la alimentación y bebidas.

Para el año 2022 el 55.08 % de las emisiones corresponden a CO₂ aportando 1,104.03 kt CO₂ eq y el 44.92 % restante corresponde a HFC (900.49 kt CO₂ eq). Por su parte, el precursor COVDM presenta emisiones inferiores del orden de 3.43 kt COVDM en el 2022.

A nivel de subcategoría las emisiones se concentran principalmente en 2.A. Industria de los minerales que aporta el 52.01 % de las emisiones sectoriales, 2.F. Usos de productos como

sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono con una contribución de 44.92 % y 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente que representa el 3.07 % de las emisiones restantes.

En la serie de tiempo, las emisiones de PIUP aumentan significativamente, pasando de 381.04 kt CO₂ eq en 1990 a 2,004.52 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un incremento de emisiones de 426.07%. En promedio, las emisiones son causadas principalmente por el proceso de calcinación en la producción de Clinker en el cemento y por el uso de HFC en sistemas de refrigeración y aire acondicionado (ver Figura 2-6).

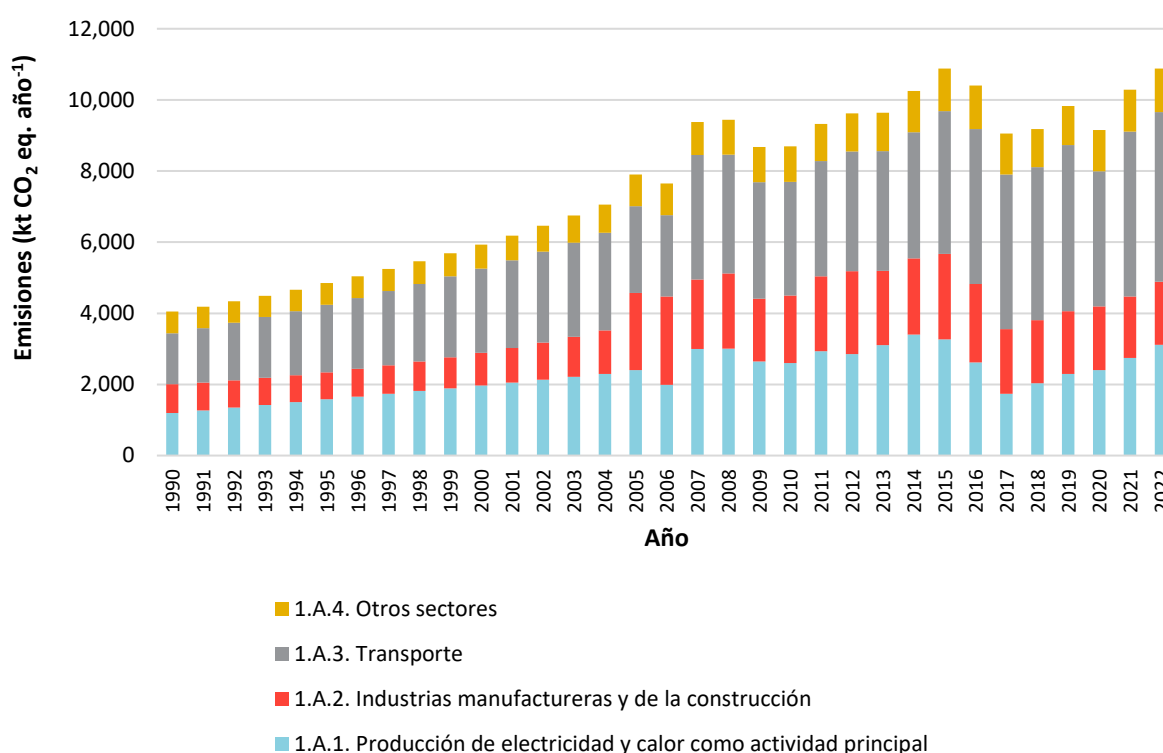


Figura 2-5. Tendencia de emisiones del sector Energía por subcategoría (kt CO₂ eq. año⁻¹) (1990 -2022).

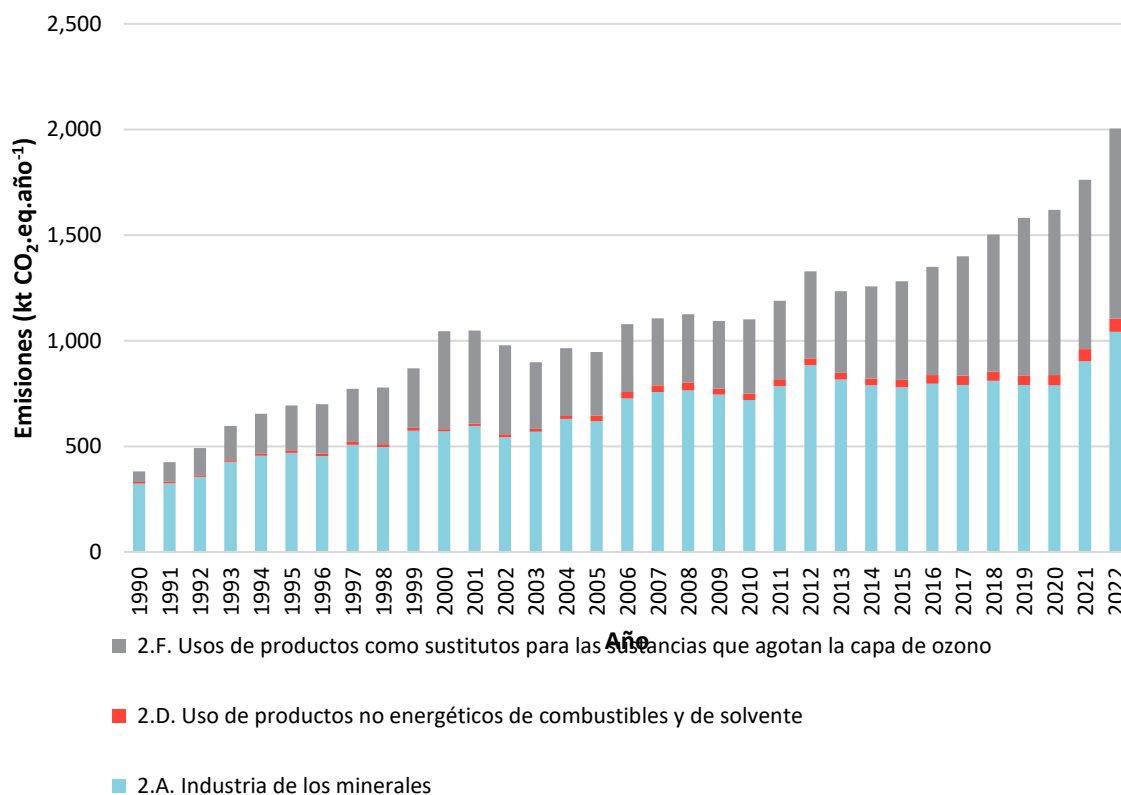


Figura 2-6. Tendencia de emisiones del sector PIUP por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022)

2.2.1.1.3. Agricultura

El sector Agricultura es la segunda fuente de emisiones del país cuando el sector UTCUTS se excluye del total. En 2022 cuantificó 8,285.61 kt CO₂ eq, lo que representa una participación de 34.91 % del total nacional. Aquí se consideran emisiones de la fermentación entérica y gestión del estiércol de poblaciones animales de interés productivo para el país, así como las emisiones del cultivo de arroz, suelos agrícolas, quema de residuos agrícolas y aplicación de cal y urea en los suelos agrícolas.

La tendencia de las emisiones del sector presenta un incremento moderado y sostenido en el transcurso del tiempo pasando de 6,419.43 kt CO₂ eq en 1990 a 8,285.61 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un incremento del 29.07 %. Dentro del total de las emisiones del sector, los mayores valores se presentan en las fuentes asociadas a la ganadería (fermentación entérica (62.42 %) y gestión de estiércol (2.07 %). Este predominio refleja la

alta representatividad del hato bovino y la prevalencia de sistemas productivos basados en pastoreo extensivo, condiciones que intensifican las emisiones de CH_4 por digestión anaerobia en rumiantes. En segundo lugar, se presenta la quema de residuos agrícolas en la caña de azúcar con un aporte de 24.43 % y en tercer lugar las emisiones de N_2O de los suelos agrícolas (8.80 %), explicada principalmente por la deposición de excretas en sistemas de pastoreo, el retorno de N al suelo a través de residuos de cultivo y la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Cabe resaltar que en los años más recientes gana relevancia la quema de residuos de caña de azúcar, una práctica tradicional utilizada para el manejo y preparación de los cultivos. La inclusión de esta categoría en la presente versión del inventario contribuye a mejorar la exhaustividad y adecuada asignación de fuentes en el sector (ver Figura 2-7).

En el 2022, el gas más representativo es el CH_4 , que proviene de la fermentación entérica aportando 62.42 % del total sectorial, equivalente a 5,172.21 kt CO_2 eq. En cuanto al N_2O , en 2022 aporta 2,788.23 kt CO_2 eq asociado en gran medida a las emisiones provenientes de la quema de residuos de caña de azúcar (3.F.4.) y de las emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos gestionados (3.D.1. y 3.D.2.). Por su parte, el CO_2 es el gas con un aporte comparativamente menor. En 2022 registró 145.99 kt CO_2 eq generado en su mayoría por la subcategoría 3.H. Aplicación de urea, a través de las emisiones derivadas de su hidrólisis.

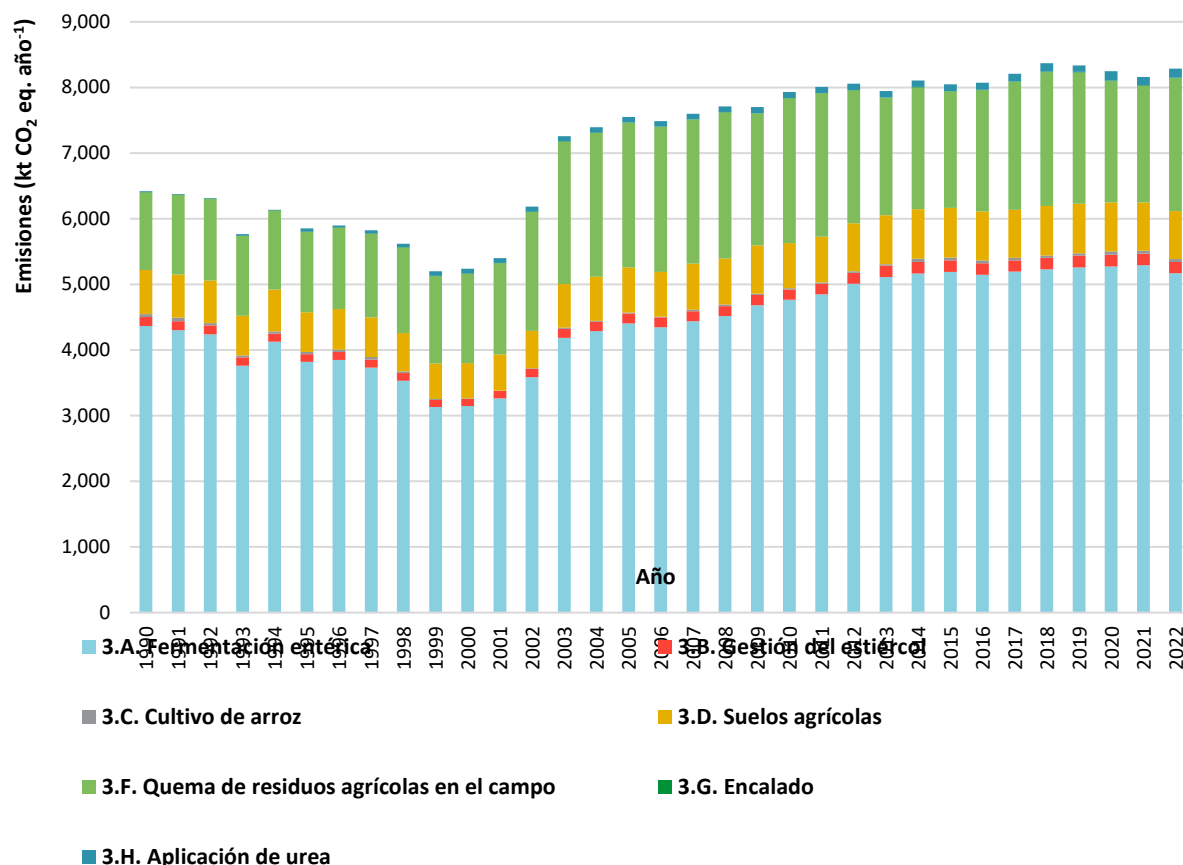


Figura 2-7. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022).

2.2.1.1.4. Uso, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

El sector UTCUTS comprende la estimación de GEI en seis categorías de uso de la tierra que son fuentes de emisiones y absorciones, definidas por las Directrices del IPCC, las cuales son: tierras forestales, tierras de cultivo pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. Adicionalmente se incluyen las perturbaciones tales como incendios y quemas en tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales y las emisiones en productos de la madera recolectada (PMR) que permite cuantificar las emisiones y absorciones de la madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón.

En este sector se estima el CO₂ relacionado con variaciones en las reservas de carbono anual de los principales depósitos (biomasa aérea, y subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo). También se cuantifican emisiones de CH₄ y N₂O por la quema de biomasa en tierras forestales, agrícolas y pastizales. En Honduras el sector UTCUTS se

caracteriza por poseer tierras forestales que actúan como el principal sumidero de carbono y los pastizales que suelen comportarse como la principal fuente generadora de emisiones.

Al analizar las contribuciones del sector en valores absolutos en el 2022, el 53.15 % corresponde a remociones exclusivamente de la categoría 4.A. Tierras forestales (-26,265.63 kt CO₂ eq). Las emisiones de la categoría 4.C. Pastizales representan el 41.38% del total absoluto (20,449.91 kt CO₂ eq). Las demás categorías como 4.E. Asentamientos, 4.B. Tierras de cultivo, 4.D. Humedales, 4(IV) Quema de biomasa y 4.G. Productos de la madera recolectada presentan participaciones mucho menores de 1.93 %, 1.67 %, 0.99 %, 0.81 % y 0.07 % respectivamente.

En el transcurso de los años el sector UTCUTS ha tenido un papel relevante en el balance neto de las emisiones de GEI, pues a partir de sus capturas se han podido compensar parcialmente las emisiones generadas de los sectores de Energía, PIUP, Agricultura y Residuos. Para los primeros años de la serie temporal UTCUTS se comporta como un sumidero neto significativo con capturas de -33,083.37 kt CO₂ eq en 1990. A medida que avanza la serie temporal la capacidad de sumidero empieza a reducirse significativamente, llegando a alcanzar -3,108.69 en el año 2022, lo que significa una reducción cercana de 90.60 %. Esto refleja el efecto combinado de procesos de deforestación y degradación forestal, la expansión de la frontera agropecuaria, así como la permanencia de áreas boscosas y procesos de regeneración. En la Figura 2-8 se muestra la tendencia de las emisiones, la cual muestra fluctuaciones interanuales, en donde para algunos años el balance se aproxima a un equilibrio y en otros se convierte en una fuente neta de emisiones. De manera general se observa una pérdida progresiva de la capacidad compensatoria del sector frente a las emisiones de los otros sectores, esto incrementa la vulnerabilidad del balance neto principalmente por las presiones sobre los recursos forestales.

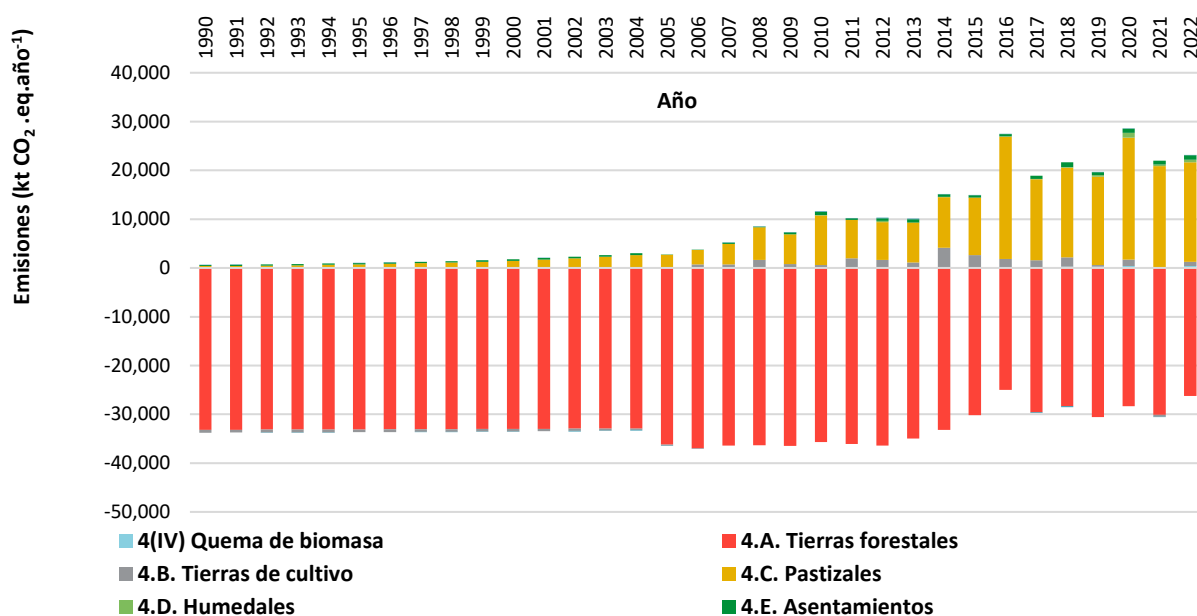


Figura 2-8. Tendencia de emisiones del sector UTCUTS por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022).

2.2.1.1.5. Residuos

El sector de Residuos constituye una fuente creciente de emisiones de GEI en el país, relacionado con el manejo de residuos sólidos municipales y aguas residuales domésticas e industriales. Para el año 2022 las emisiones ascienden a 2,566.06 kt CO₂ eq, representando el 10.81 % cuando se excluye el sector de UTCUTS. Las emisiones del sector Residuos muestran un crecimiento sostenido durante el período 1990–2022, pasando de 964,91 kt CO₂ eq en 1990 a 2.566,06 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un incremento del 165.94 %. Este comportamiento refleja el aumento en la generación de residuos y aguas residuales asociado al crecimiento poblacional, la urbanización y la limitada expansión de infraestructura para su manejo adecuado.

Los gases incluidos en las estimaciones son CO₂, CH₄ y N₂O. La participación porcentual del año 2022 evidencia la dominancia del metano: CH₄ (90.77 %), seguido de CO₂ (7.22 %) y N₂O (2.01 %). El CH₄ es el GEI predominante del sector, con emisiones de 2,329.23 kt CO₂ eq, impulsadas principalmente por la degradación anaerobia de residuos sólidos biodegradables en sitios de disposición final y el manejo de aguas residuales domésticas. El CO₂ alcanza 185.15 kt CO₂ eq, asociado a la incineración abierta y a la combustión. El N₂O,

con 51.69 kt CO₂ eq, proviene en mayor medida de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La fuente de emisiones está dominada por las categorías de 5.A. Eliminación de residuos sólidos, 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos, 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales. La categoría 5.A. evidencia el incremento más pronunciado, al pasar de 324.23 kt CO₂ eq en 1990 a 1,079.39 kt CO₂ eq en 2022, equivalente a un aumento del 232.91 %. Este crecimiento está directamente relacionado con la prevalencia de sitios de disposición no controlados y la ausencia de sistemas de captura de biogás. Por su parte, la incineración y quema abierta de residuos (5.C.) también muestra un aumento significativo, de 114.55 kt CO₂ eq a 303.70 kt CO₂ eq en el mismo periodo (165.12 %). Aunque su contribución es menor en términos absolutos, la tendencia ascendente evidencia la persistencia de la quema a cielo abierto como práctica común, especialmente en zonas donde no existe recolección formal de residuos. El tratamiento y eliminación de aguas residuales (5.D.) constituye la categoría con mayores emisiones en todos los años analizados. Sus emisiones aumentan de 526.14 kt CO₂ eq en 1990 a 1,182.98 kt CO₂ eq en 2022, un crecimiento del 124.84 %. Este comportamiento se explica por la baja cobertura de sistemas de tratamiento para las aguas residuales domésticas. En conjunto, las tres categorías presentan incrementos constantes a lo largo de las últimas tres décadas, lo que demuestra que las mejoras en el manejo de residuos y aguas residuales no han avanzado al mismo ritmo que el crecimiento demográfico y económico. La Figura 2-9 muestra la tendencia de las emisiones en el sector de Residuos.

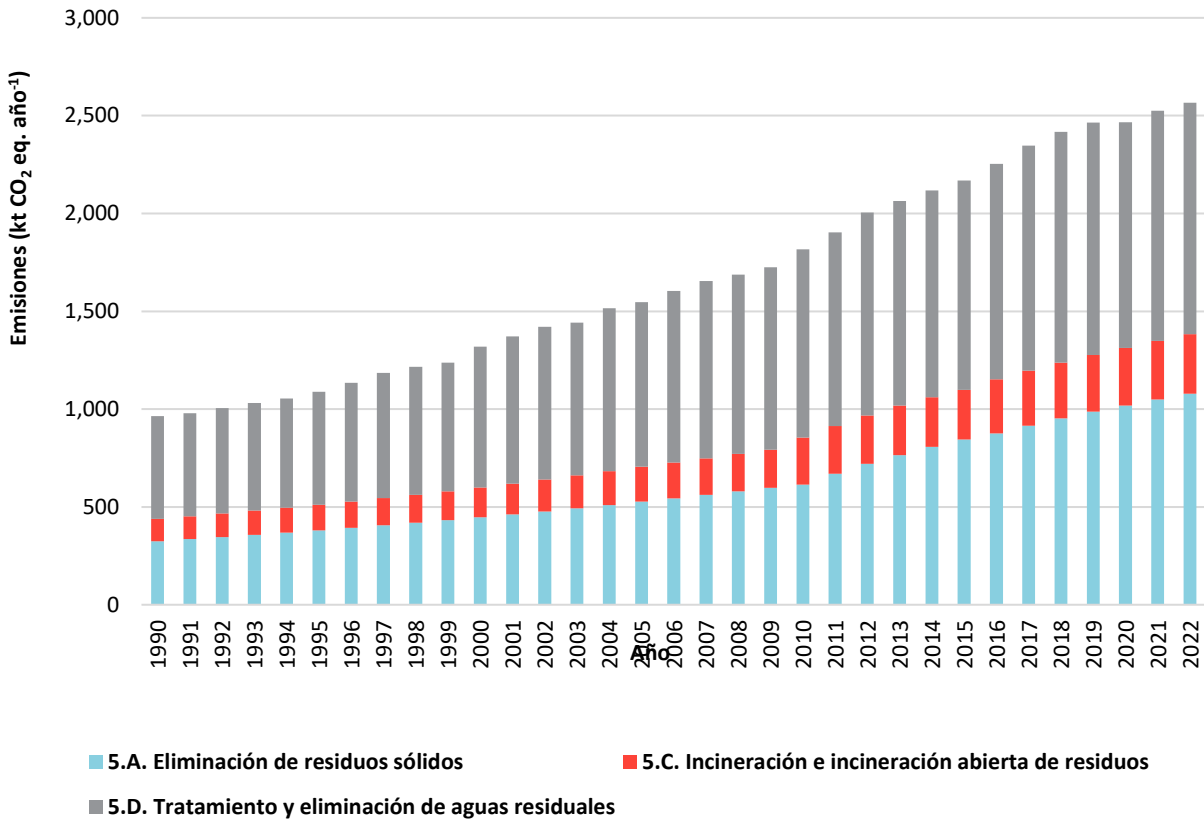


Figura 2-9. Tendencia de emisiones del sector Residuos por categoría (kt CO₂ eq.año⁻¹) (1990 -2022).

2.2.2. Descripción de la tendencia por gas de efecto invernadero

La Tabla 2-4 detalla la evolución del total de las emisiones de GEI de Honduras distinguiendo el tipo de gas en kt CO₂ eq, en los años seleccionados. Los gases se clasifican en total de emisiones excluyendo el sector UTCUTS y en total neto incluyendo UTCUTS. Esta información permite: 1) analizar el comportamiento o trayectoria de las emisiones brutas de CO₂, CH₄, N₂O y HFC de los sectores de Energía, PIUP, Agricultura y Residuos) analizar la dimensión de la compensación por las absorciones de CO₂ del sector UTCUTS sobre el balance nacional del inventario.

Tabla 2-4. Emisiones y absorciones por cada GEI incluyendo y excluyendo UTCUTS (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022

CAPITULO 2. TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

CO ₂ : sin el CO ₂ neto de UTCUTS	4,031.61	5,020.29	6,159.08	8,042.27	8,833.47	11,041.53	9,633.37	10,968.32	11,748.28
CO ₂ : con el CO ₂ neto de UTCUTS	-29,077.27	-27,585.07	-25,662.03	-25,787.42	-15,291.87	-4,276.33	9,525.54	2,285.83	8,238.35
CH ₄ : sin el CH ₄ de UTCUTS	5,761.80	5,299.88	4,860.23	6,511.79	7,229.45	8,106.17	8,263.52	8,241.71	8,121.41
CH ₄ : con el CH ₄ de UTCUTS	5,781.15	5,322.74	4,888.19	6,638.52	7,288.22	8,157.02	8,586.31	8,314.44	8,421.91
N ₂ O: sin el N ₂ O de UTCUTS	1,970.55	1,952.79	2,051.24	3,088.20	3,132.55	2,769.42	2,804.19	2,723.98	2,965.60
N ₂ O: con el N ₂ O de UTCUTS	1,976.71	1,960.06	2,060.11	3,129.17	3,150.83	2,786.87	2,901.06	2,747.22	3,066.34
HFC	49.70	212.66	463.78	301.17	351.18	466.64	781.89	801.29	900.49
PFC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX	NE,FX
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total (excluyendo UTCUTS)	11,813.66	12,485.62	13,534.33	17,943.44	19,546.65	22,383.76	21,482.97	22,735.30	23,735.79
Total neto (incluyendo UTCUTS)	-21,269.71	-20,089.60	-18,249.95	-15,718.55	-4,501.64	7,134.20	21,794.80	14,148.78	20,627.10

NE = no estimado; NO = no ocurre; FX = flexibilidad

Incluyendo el sector UTCUTS, las cifras del inventario están fuertemente determinadas por el CO₂ neto del sector UTCUTS. Para el año 1990, Honduras estima un sumidero neto de - 21,269.71 kt CO₂ eq que va disminuyendo año a año en el transcurso de la serie hasta alcanzar emisiones que van entre -4,501.64 kt CO₂ eq en el 2010 y -4,011.03 kt CO₂ eq en el 2013. A partir del año 2014 se empiezan a reflejar emisiones netas positivas llegando a 20,627.10 kt CO₂ eq en el 2022 (variación entre años de 196.98 %), es decir aumentan las emisiones en 41,896.81 kt CO₂ eq (Tabla 2-4 y Figura 2-10). Esta tendencia se relaciona con el incremento de las emisiones en los demás sectores y a la pérdida progresiva de la capacidad de remoción en UTCUTS, debido a la deforestación, la degradación de los bosques, los cambios de uso de la tierra, entre otros.

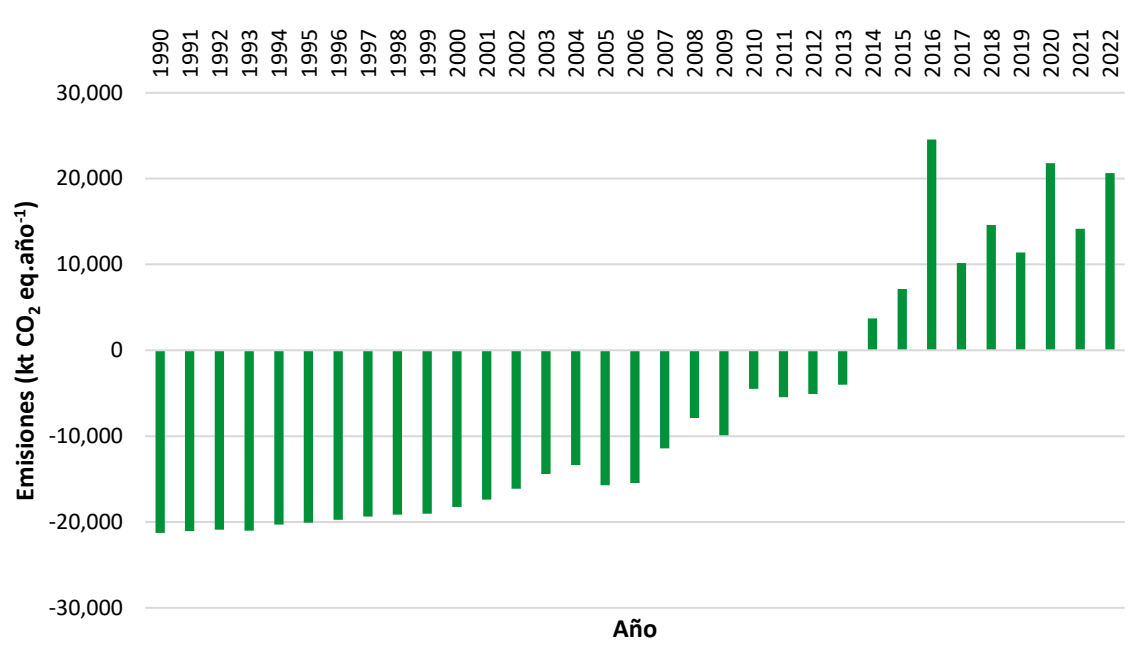


Figura 2-10. Tendencia agregada de las emisiones netas incluyendo UTCUTS.

La Figura 2-11 muestra la tendencia de emisiones y absorciones desagregando por tipo de gas. Analizando los datos en valores absolutos, el CO₂ domina el balance contribuyendo con el 47.27 % de las emisiones y 36.41 % de las absorciones netas, seguido por CH₄ con 11.10 %, N₂O (4.04 %) y una fracción menor correspondiente a los HFC.

CAPÍTULO 2. TENDENCIA DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

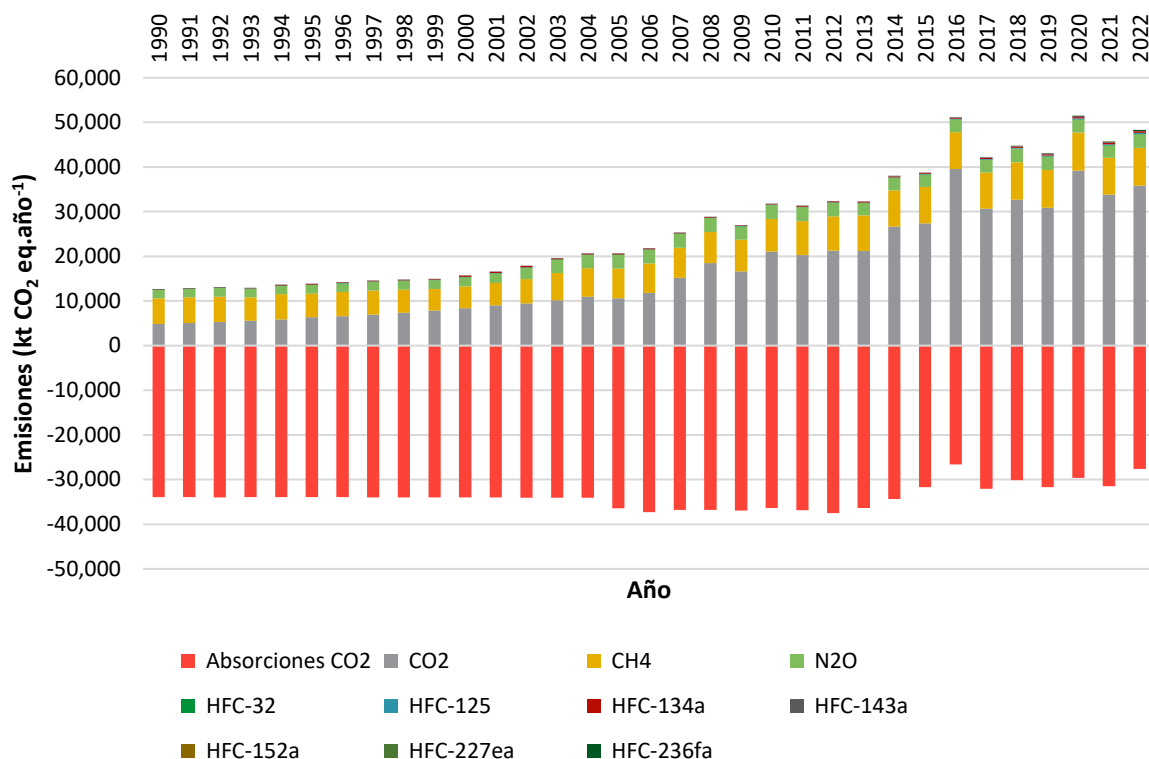


Figura 2-11. Tendencia de emisiones por cada GEI incluyendo UTCUTS (kt CO₂ eq. año⁻¹).

A nivel sectorial las absorciones de CO₂ provienen exclusivamente del sector UTCUTS, mientras que las emisiones de CO₂ son compartidas principalmente por el sector de Energía y UTCUTS, con aportes menores de PIUP y Agricultura. Para el caso del CH₄ el gas está claramente dominado por el sector de Agricultura, con aportes secundarios de Energía y Residuos. Finalmente, las emisiones de HFC se atribuyen íntegramente al sector de PIUP (Figura 2-12).

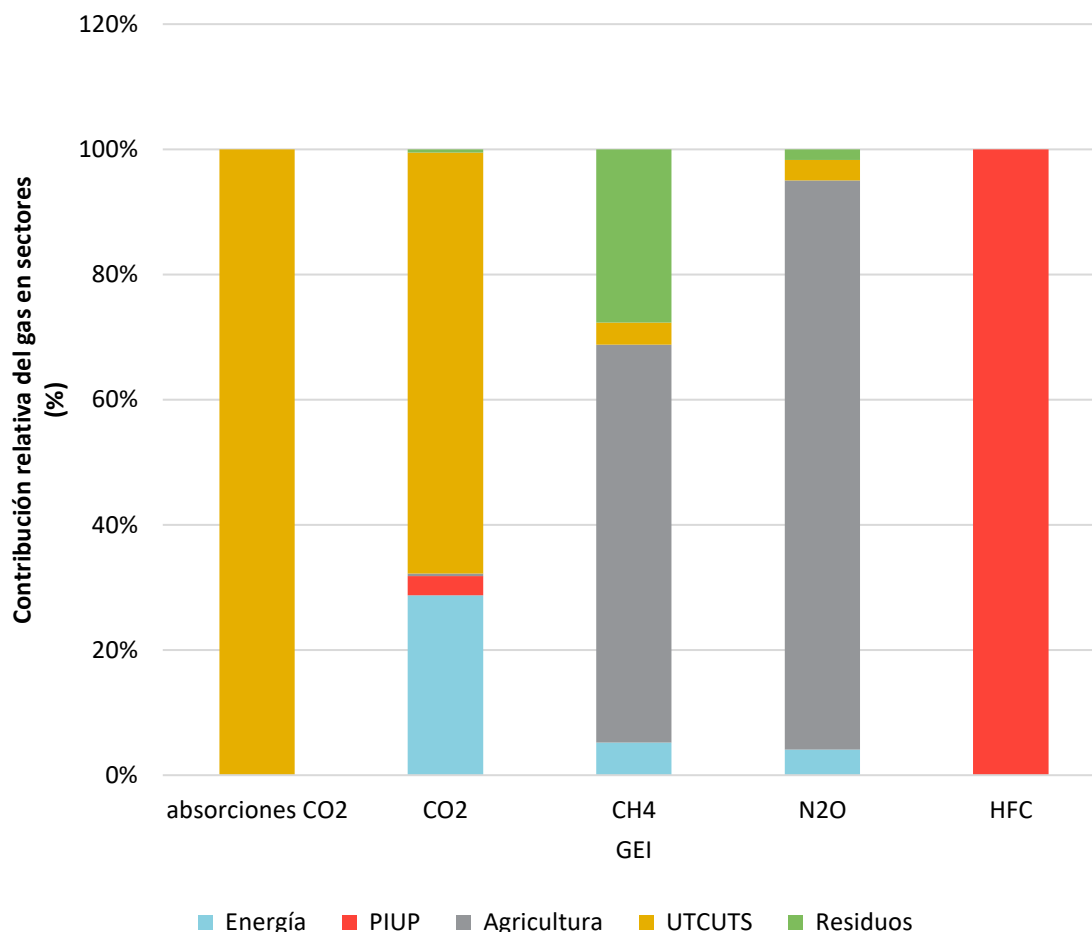


Figura 2-12. Contribución de sectores en los GEI incluyendo UTCUTS (2022).

Excluyendo el sector UTCUTS, las emisiones totales pasan de 11,813.66 kt CO₂ eq en 1990 a 23,735.79 kt CO₂ eq, es decir casi se duplican en el periodo con un incremento entre los años de 100.92 %. El crecimiento de las emisiones es especialmente marcado entre 2000 y 2005, cuando las emisiones pasan de 13,534.33 kt CO₂ eq a 17,943.44 kt CO₂ eq, intensificándose posteriormente a partir del año 2010, llegando a 22,383.76 kt CO₂ eq en 2015 y finalmente a 23,735.79 kt CO₂ eq en 2022. Esta tendencia es impulsada por los gases de CO₂ asociado a la combustión de combustibles fósiles en el sector de Energía y procesos Industriales de PIUP (49.50 %), complementando con CH₄ proveniente de la ganadería y manejo de los residuos (34.22 %) y del N₂O generado por el manejo de los suelos agrícolas (12.49 %) (ver Figura 2-13).

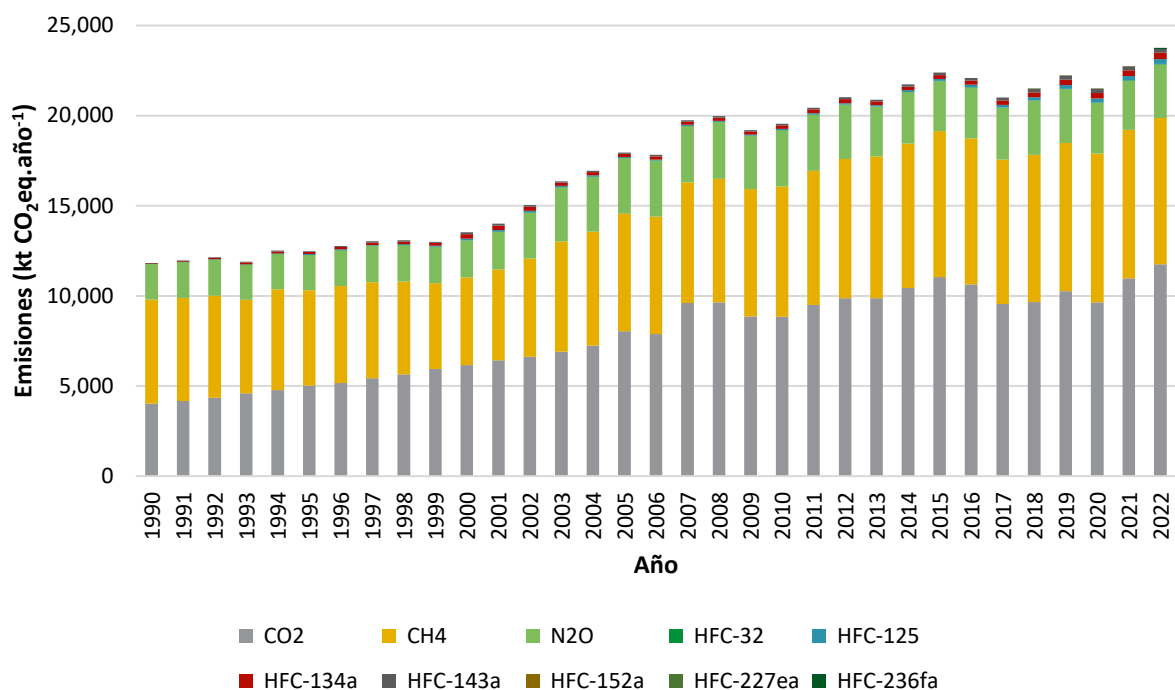


Figura 2-13. Tendencia de emisiones por cada GEI incluyendo UTCUTS (kt CO₂ eq.año⁻¹).

La Figura 2-14 muestra la contribución relativa de cada sector a las emisiones de cada gas en 2022. Se observa que el CO₂ proviene casi totalmente del sector de Energía con una participación menor de PIUP y contribuciones inferiores del sector Agricultura y Residuos. El CH₄ está dominado por Agricultura, seguido de Residuos, mientras que Energía una parte mínima. Por otra parte, el N₂O proviene en su mayoría del sector Agricultura y fracciones pequeñas de Energía y Residuos. Finalmente, las emisiones de HFC se atribuyen exclusivamente al sector PIUP.

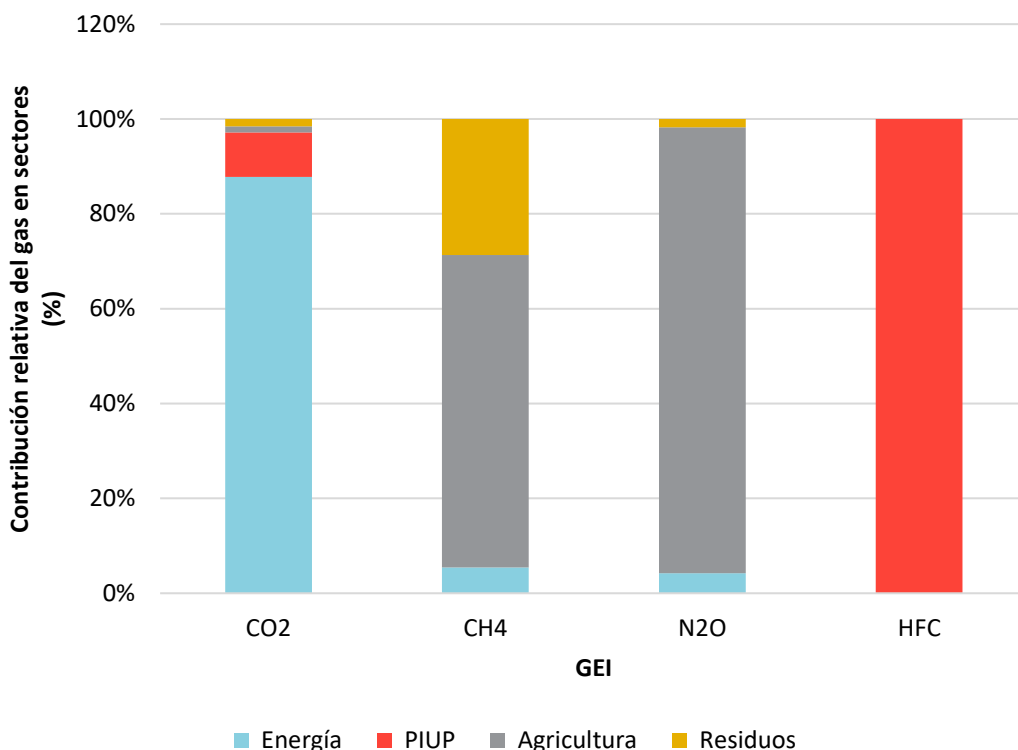


Figura 2-14. Contribución de sectores en los GEI (2022). Datos excluyendo UTCUTS.

2.2.2.1. Dióxido de carbono (CO₂)

Incluyendo el sector UTCUTS, el CO₂ domina el balance nacional de GEI, aportando el 47,27 % de las emisiones totales y el 36.41 % de las remociones netas de CO₂ del inventario. Entre 1990 y 2022, las emisiones de CO₂ aumentan en torno a 639.81 %, impulsadas principalmente por la combustión de combustibles fósiles en el sector Energía (generación eléctrica, transporte y usos industriales) y por las emisiones de proceso del sector PIUP (producción de cemento y cal), con contribuciones menores de Agricultura (encalado y aplicación de urea) y Residuos (quema e incineración). Por su parte, las remociones netas de CO₂ en UTCUTS pierden alrededor de 18.57 % de su capacidad entre 1990 y 2022, reflejando una disminución en la magnitud del sumidero asociada a la deforestación, la degradación de bosques, los cambios de uso de la tierra y la dinámica de los productos de madera recolectada. Excluyendo UTCUTS, el CO₂ representa el 49.50 % del total de emisiones en 2022 y muestra un incremento de aproximadamente 191.40 % respecto a

1990, consolidándose como el gas clave que explica el crecimiento de las emisiones brutas del país.

Desagregando por categorías y analizando las emisiones en valores absolutos de 2022, las principales fuentes de CO₂ corresponden a 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales, que aporta el 36.12 % del total como remoción de CO₂, seguida por 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales, que representa el 31.96 % como importante fuente de emisiones. En conjunto, los cambios de uso de la tierra desde bosques hacia cultivos, pastizales, humedales y asentamientos (4.B.2.a, 4.C.2., 4.D.2., 4.E.2.) explican una fracción significativa de los flujos de CO₂, reflejando el peso de la deforestación y la conversión de tierras forestales en el inventario.

Por su parte, el sector Energía concentra una proporción relevante de las emisiones absolutas: 1.A.3. Transporte aporta el 7.38 %, 1.A.1. Producción de electricidad y calor el 4.88 %, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción el 2.76 % y 1.A.4. Otros sectores el 1.22 %. A esto se suman las emisiones de 2.A.1. Producción de cemento (1.48 %) y otras fuentes menores, como la aplicación de urea, el encalado, los productos de madera y la incineración y quema abierta de residuos (5.C.2., 0.29 %). La Figura 2-15 muestra la contribución de las emisiones de CO₂ desagregado por categoría o subcategoría

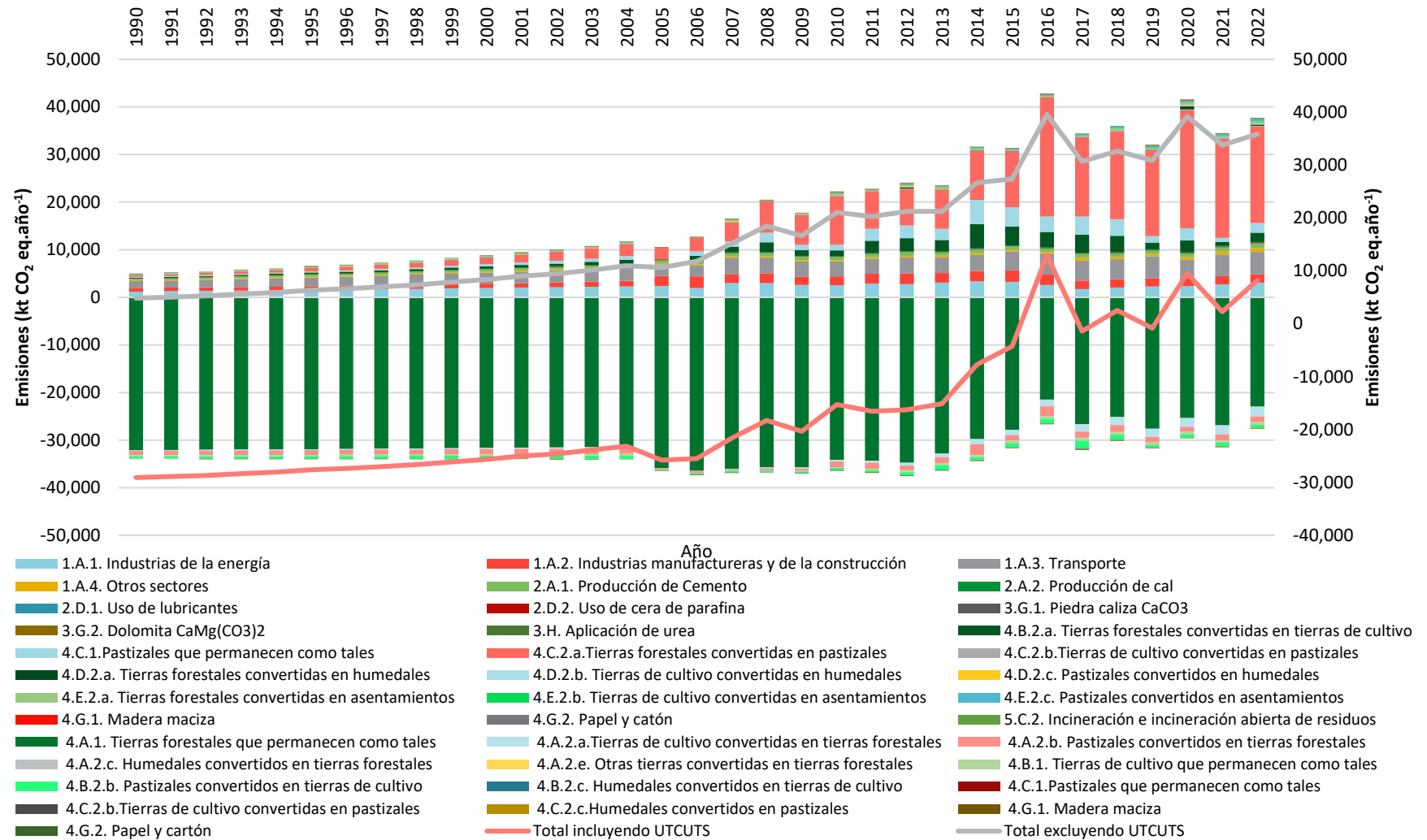


Figura 2-15. Tendencia de las emisiones de CO₂ desagregando por categoría o subcategoría.

2.2.2.2. Metano (CH₄)

El CH₄ es el segundo gas en importancia dentro del inventario. Incluyendo UTCUTS, contribuye con 11.10 % del total de GEI en 2022 y presenta un incremento de alrededor de 45.68 % entre 1990 y 2022. Esta tendencia está impulsada principalmente por las emisiones del sector Agricultura, asociadas a la fermentación entérica y la gestión del estiércol del ganado, y por el sector Residuos, a través de la disposición de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales, con aportes muy reducidos de Energía y UTCUTS. Excluyendo UTCUTS, el CH₄ representa el 34.22 % de las emisiones totales en 2022 y registra un aumento de 40.95 % respecto a 1990, lo que confirma su papel estructural como principal gas no-CO₂ y su estrecha vinculación con la expansión de la ganadería, el crecimiento poblacional y el aumento de la generación de residuos.

En 2022, las emisiones de CH₄ se concentran en un número reducido de subcategorías. La fuente claramente dominante es 3.A.1. Ganado (fermentación entérica), que aporta el 59.87 % del total de CH₄, reflejando la importancia de la ganadería bovina y de otros rumiantes en la economía nacional. A esto se suman emisiones adicionales de 3.A.4. Otro ganado (1.45 %) y, en menor medida, de 3.A.3. Porcinos y 3.A.2. Ovinos, que en conjunto refuerzan el peso del subsector pecuario. Estas fuentes están directamente impulsadas por el tamaño y crecimiento de los hatos, los sistemas de alimentación y manejo, y la predominancia de sistemas extensivos con altas tasas de emisión por cabeza.

El segundo grupo de fuentes relevantes corresponde al sector Residuos. La subcategoría 5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados explica el 12.82 % de las emisiones de CH₄, seguida por 5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas (9.20 %) y 5.D.2. Tratamiento de aguas residuales industriales (4.40 %). Otras fuentes con participaciones menores, pero no despreciables, son 1.A.4. Otros sectores de Energía (4.70 %), vinculados a la combustión de combustibles en usos residenciales y comerciales, y las emisiones por quema de biomasa en tierras forestales (4(IV).A, 3.18 %). El resto de subcategorías (arroz

inundado y de seco, caña de azúcar, otras categorías ganaderas, 1.A.1.–1.A.3., 4(IV).B. y 4(IV).C.) presentan participaciones individuales inferiores al 2 % y solo complementan un patrón claramente dominado por la ganadería y el manejo de residuos sólidos y aguas residuales. La Figura 2-16 muestra la contribución de las emisiones de CH₄ desagregado por categoría o subcategoría.

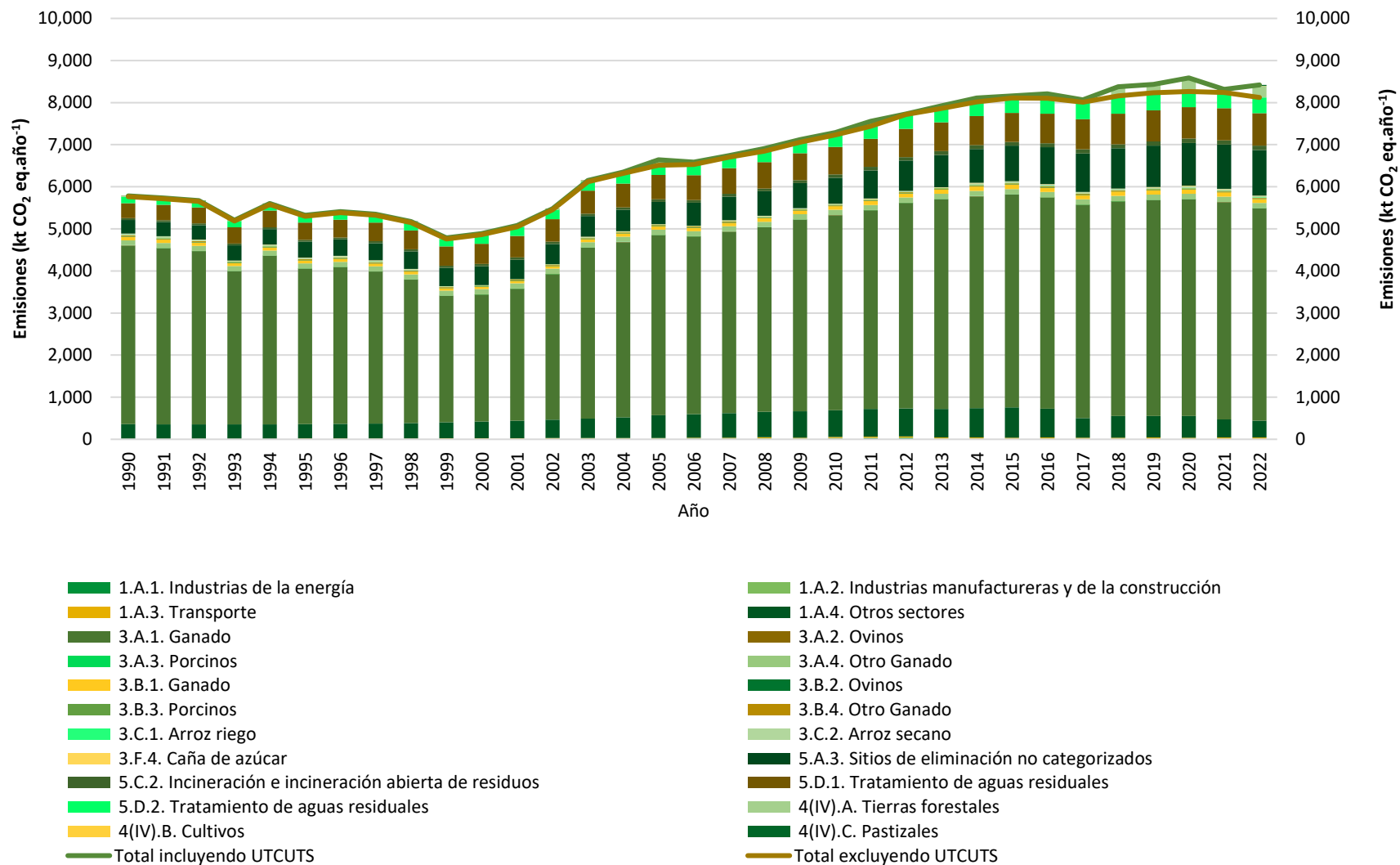


Figura 2-16. Tendencia de las emisiones de CH₄ desagregando por categoría o subcategoría.

2.2.2.3. Óxido nitroso (N_2O)

El N_2O aporta una fracción menor pero relevante del inventario. Incluyendo UTCUTS, representa el 4.04 % de las emisiones totales en 2022 y muestra un incremento de 55.12 % entre 1990 y 2022. Sus emisiones se originan principalmente en el sector Agricultura, a través de los suelos agrícolas gestionados (aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos, deposición de orina y estiércol en pasturas, residuos de cosecha), y en menor medida en el tratamiento de aguas residuales y en ciertas fuentes de combustión del sector Energía. Excluyendo UTCUTS, el N_2O alcanza una participación del 12.49 % en 2022 y registra un incremento de 50.50 % respecto a 1990, lo que refleja la intensificación gradual del uso de nitrógeno en la producción agropecuaria y la ampliación de los sistemas de saneamiento, con variaciones interanuales asociadas a cambios en las dosis de fertilización y en los datos de actividad de Agricultura y Residuos.

En 2022, las emisiones de N_2O se concentran casi por completo en el sector Agricultura. La subcategoría 3.F.4. Caña de azúcar es, con diferencia, la fuente dominante, aportando el 65,73 % del total de N_2O . Le siguen las subcategorías 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (13.26 %) y 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados (10.52 %), vinculadas a la aplicación de fertilizantes inorgánicos y orgánicos, la deposición de estiércol en pastoreo y la lixiviación y volatilización de nitrógeno. Otras fuentes agrícolas, como 3.B.3. Porcinos, 3.B.4. Otro ganado y 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol, tienen participaciones individuales inferiores al 1 % cada una, pero en conjunto refuerzan el peso del sector agropecuario en este gas.

Fuera de Agricultura, las contribuciones son comparativamente menores. Las fuentes del sector Energía (1.A.1., 1.A.2., 1.A.3, y 1.A.4.) explican en conjunto alrededor de un 4 % de las emisiones de N_2O , asociadas a procesos de combustión a altas temperaturas. El sector Residuos aporta fracciones reducidas a través de 5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos (0.46 %) y 5.D.1. Tratamiento de aguas residuales (1.23 %). Finalmente, las

emisiones por quema de biomasa en tierras forestales, cultivos y pastizales (4(IV).A., 4(IV).B. y 4(IV).C.) representan en conjunto cerca de un 3.29 % del N₂O total. La Figura 2-17 muestra la contribución de las emisiones de N₂O desagregado por categoría o subcategoría.

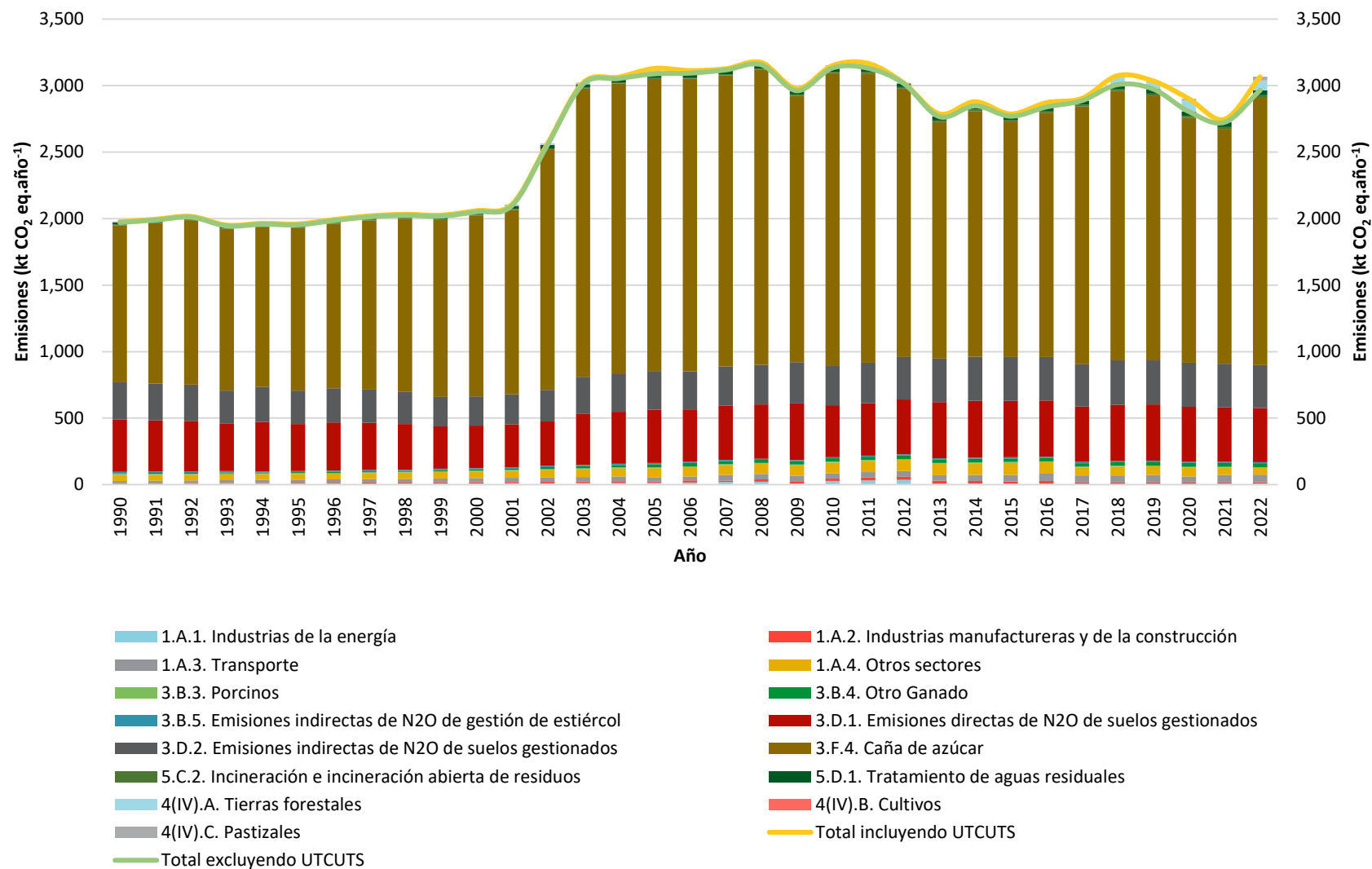


Figura 2-17. Tendencia de las emisiones de N₂O desagregando por categoría o subcategoría.

2.2.2.4. Hidrofluorocarbonos (HFC)

Los HFC tienen una contribución aún pequeña en el balance nacional, pero exhiben una tendencia fuertemente creciente. Incluyendo UTCUTS, representan el 1.19 % de las emisiones totales en 2022 y muestran un incremento de alrededor de 1711.75% entre 1990 y 2022. Excluyendo el sector UTCUTS, su participación asciende al 3.79 %, manteniendo el mismo porcentaje de crecimiento (1711.75%) respecto al año base. Las emisiones de HFC se concentran prácticamente en su totalidad en el sector PIUP, específicamente en la subcategoría 2.F. Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, vinculadas al uso de refrigerantes en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. El fuerte aumento en su contribución responde a la sustitución de SAO en el marco del Protocolo de Montreal y al crecimiento de equipos de frío y aire acondicionado en el país.

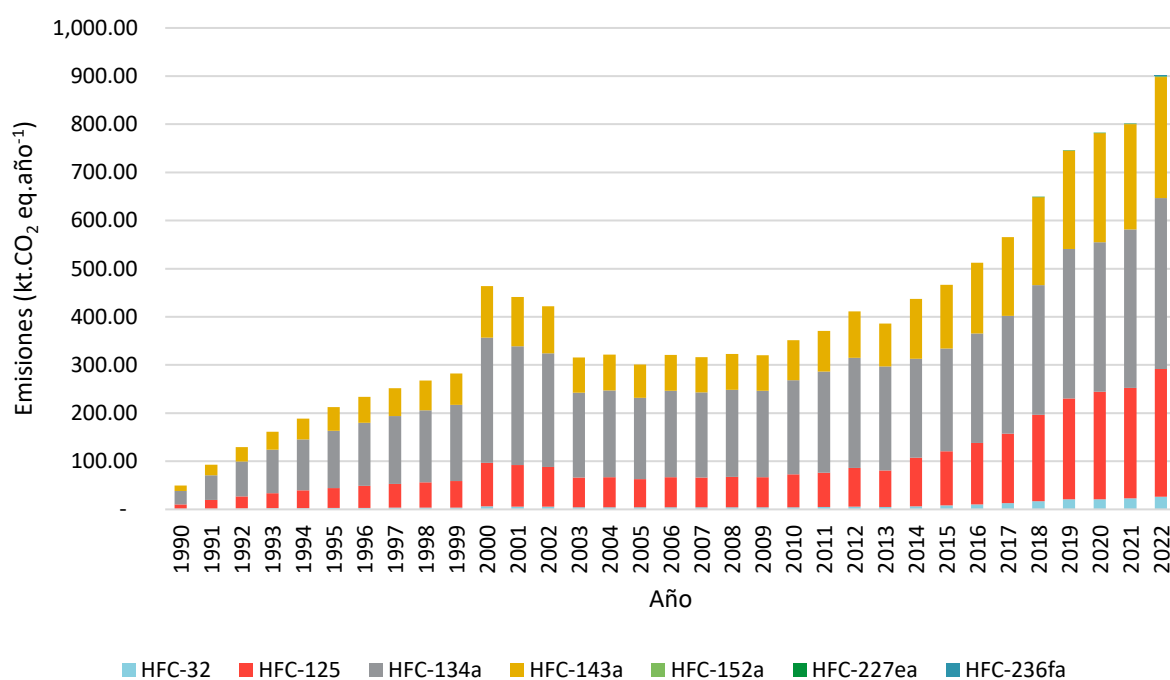


Figura 2-18. Tendencia de las emisiones de HFC desagregando por tipo de gas.

2.3. Descripción de la tendencia de los gases precursores

Particularmente en el sector PIUP, se estiman emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) en la producción de alimentos y bebidas (2.H.2.). En la siguiente tabla se resumen las emisiones.

Tabla 2-5. Emisiones de COVDM (kt).

Precursor	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
COVDM	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43
Total	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43

La Figura 2-19 presenta la tendencia de las emisiones de COVDM entre 1990 y 2022:

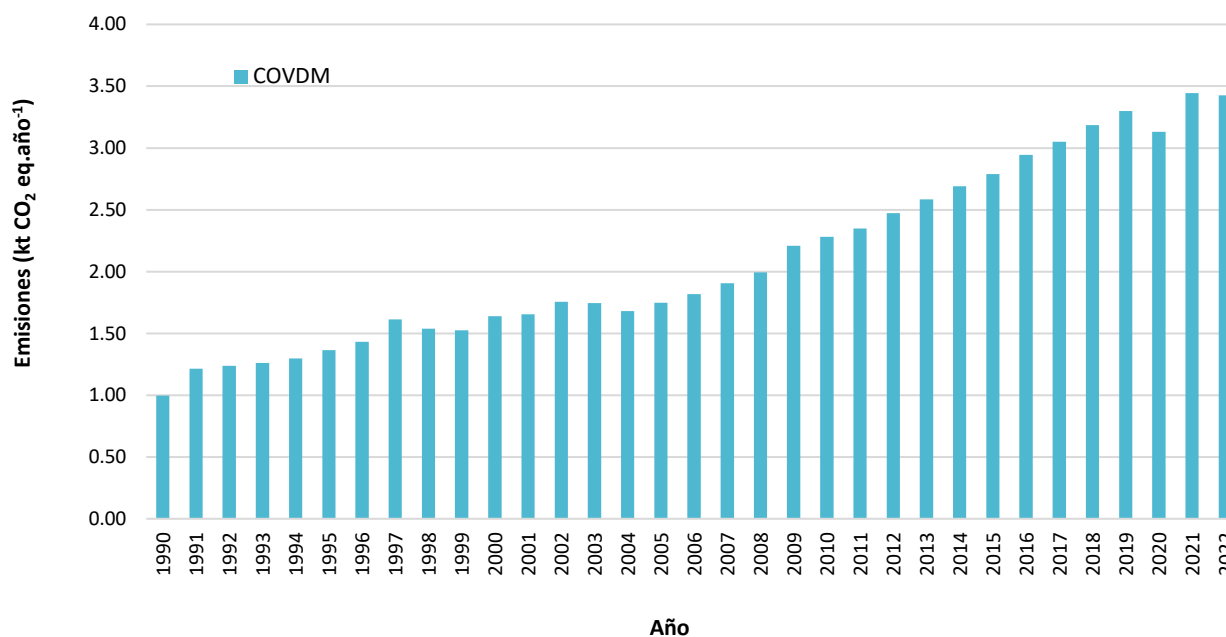


Figura 2-19. Emisiones de COVDM (kt).

A partir del año 2005 las emisiones de COVDM son crecientes con una leve reducción en la tendencia en el año 2020 por los efectos de la pandemia por COVID-19. La industria de alimentos y bebidas presenta un crecimiento sostenido a pesar de los desafíos que ha enfrentado como retos económicos, sociales, el impacto de fenómenos naturales y la pandemia por COVID-19.

Este sector impacta positivamente el PIB y el sector agroindustrial. Está compuesto por grandes, medianas y pequeñas empresas que contribuyen a la seguridad alimentaria, aunque sigue viéndose afectado por el aumento de precios y la informalidad laboral.



☆☆☆H
Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente
Gobierno de la República

CAPÍTULO 3

ENERGÍA (CRT 1)





3.1. Panorama general del sector

El sector Energía de Honduras se caracteriza por depender casi por completo de combustibles fósiles importados, principalmente diésel, fuelóleo y GLP, debido a la ausencia de actividades nacionales de extracción, procesamiento o transformación. En consecuencia, la totalidad de las emisiones sectoriales corresponde a la categoría 1.A. (quema de combustibles), ya que las emisiones fugitivas de la categoría 1.B se clasifican como No estimadas y las actividades de 1.C. (transporte y almacenamiento de CO₂) como No ocurre. La generación eléctrica continúa siendo uno de los principales consumidores de combustibles fósiles, especialmente en plantas termoeléctricas que utilizan diésel y fuelóleo, complementándose con fuentes renovables como hidroeléctricas, solares y eólicas, cuya participación ha crecido en la última década.

En términos de emisiones, la (1.A.3.) Transporte concentra la mayor contribución sectorial, seguida por el Industrias de la Energía (1.A.1.), que presenta una tendencia creciente asociada al incremento del parque automotor y la demanda energética nacional. Las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O se estiman mediante la metodología del IPCC aplicando factores de emisión por defecto, dada la ausencia de información país-específica sobre composición de combustibles y tecnologías de combustión. Este contexto evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de información energética, avanzar en la caracterización tecnológica y ampliar las capacidades nacionales para mejorar la precisión, comparabilidad y transparencia del inventario del sector.

3.1.1. Descripción del sector

De acuerdo con las Directrices del IPCC, el sector Energía abarca todas las emisiones de gases de efecto invernadero que se originan en los procesos de producción, conversión, transporte y utilización de combustibles. Este sector contempla tanto las emisiones producto de la combustión como aquellas liberadas de manera no intencional a lo largo de los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles. Es por esto que, según las

Directrices del IPCC organiza estas emisiones en dos grupos principales: las asociadas a la combustión de combustibles (categoría 1.A.) y las emisiones fugitivas que se generan en las distintas etapas de extracción, procesamiento y manejo de dichos combustibles (categoría 1.B.).

Para el caso de Honduras, se estimaron las emisiones correspondientes a la generación de energía eléctrica (1.A.1.), derivadas principalmente del consumo de combustibles utilizados en las plantas termoeléctricas del país; a la combustión interna en las industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.), que incluye sectores como construcción y alimentos y bebidas; al sector Transporte (1.A.3.), donde se calcularon las emisiones provenientes de aeronaves, transporte terrestre y navegación marítima; y a otros sectores (1.A.4.), que abarcan las emisiones asociadas al uso de combustibles en los hogares y en el sector comercial.

De igual forma es importante aclarar que en el país no se llevan a cabo procesos de transformación de combustibles fósiles, ya que estos se importan completamente; en consecuencia, las categorías relacionadas con emisiones fugitivas (1.B.), definidas por el IPCC en sus Refinamientos 2019, se reportan como “No estimadas” para las fases de transformación y distribución. De igual forma, el país no ejecuta actividades correspondientes a la categoría 1.C., relacionada con el transporte y almacenamiento de CO₂, motivo por el cual esta se clasifica como “No ocurre”.

3.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Tabla 3-1. Sector Energía: emisiones por GEI y subcategoría kt para el año 2022.

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
1.	Energía	10,313.12	15.74	0.47	10,879.59
1.A.	Actividades de quema de combustible	10,313.12	15.74	0.47	10,879.59
1.A.1.	Industrias de la energía	3,099.96	0.12	0.02	3,109.79
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	3,099.96	0.12	0.02	3,109.79
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	NO	NO	NO	
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO	NO	NO	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	1,752.69	0.28	0.04	1,771.60
1.A.2.a.	Hierro y acero	NE	NE	NE	NE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	NE	NE	NE	NE

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
1.A.2.c.	Sustancias químicas	NE	NE	NE	NE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	NE	NE	NE	NE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	0.00	0.10	0.01	6.25
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	431.03	0.01	0.00	432.11
1.A.2.g.v	Construcción	343.38	0.01	0.003	348.30
1.A.2.g.vii	Otros	978.28	0.16	0.02	988.74
1.A.3.	Transporte	4,684.90	1.21	0.22	4,776.56
1.A.3.a.	Aviación civil	164.91	0.00	0.00	166.16
1.A.3.b.	Transporte terrestre	4,295.35	1.19	0.21	4,383.65
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NO	NO	NO	NO
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	224.65	0.02	0.01	226.75
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	NO	NO	NO	NO
1.A.4.	Otros sectores	775.56	14.13	0.19	1,221.63
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	517.43	0.86	0.01	544.99
1.A.4.b.	Residencial	258.13	13.27	0.18	676.65
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otro (no especificado en otra parte)	NO	NO	NO	NO
1.A.5.a.	Estacionaria	NO	NO	NO	NO
1.A.5.b.	Móvil	NO	NO	NO	NO
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NE	NE	NO	NE
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO	NO
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros	NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE	NE	NE	NE
1.B.2.a.	Petróleo	NE	NE	NO	NE
1.B.2.b.	Gas natural	NE	NE		NE
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros	NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO			NO
1.C.1.	Transporte de CO ₂	NO			NO
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	NO			NO
1.C.3.	Otros	NO			NO
Elementos informativos					
1.D.1.	Combustibles internacionales				
1.D.1.a.	Aviación	266.99			
1.D.1.b.	Navegación	IE	IE	IE	IE
1.D.2.	Operaciones multilaterales	NE			NE
1.D.3.	Emisiones de CO ₂ de la biomasa				
1.D.4.	CO ₂ capturado	NO			NO
1.D.4.a.	Para almacenamiento nacional	NO			NO
1.D.4.b.	Para almacenamiento en otros países	NO			NO

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

En el sector Energía, la totalidad de las emisiones reportadas provienen de la categoría 1.A. (Actividades de quema de combustibles), la cual representa el 100 % de las emisiones sectoriales y constituye en 2022 el 45.84 % de las emisiones nacionales cuando se excluye UTCUTS (10.879,59 kt CO₂ eq). Incluyendo el sector UTCUTS en valores absolutos, la

participación del sector es de 40.53%. Esto se debe a que Honduras no realiza procesos de transformación de combustibles fósiles, dado que estos son importados en su totalidad, razón por la cual las categorías asociadas a emisiones fugitivas (1.B.), definidas en las Directrices del IPCC y sus Refinamientos, se clasifican como “No estimadas” para las etapas de transformación y distribución. Del mismo modo, el país no desarrolla actividades vinculadas con la categoría 1.C. (transporte y almacenamiento de CO₂), por lo que esta se considera “No ocurre”.

Al analizar el comportamiento de la serie histórica, se identifica una variación significativa en el año 2020, directamente relacionada con los impactos de la emergencia sanitaria y las restricciones aplicadas durante ese periodo. Como resultado de la disminución en la actividad económica, la movilidad y el consumo de combustibles, las emisiones del sector Energía se redujeron a 9,150.98 kt CO₂ eq, lo que representa una disminución del 6.86 % respecto al año 2019. Esta reducción constituye una desviación temporal dentro de la tendencia general de crecimiento observada en años anteriores, evidenciando la sensibilidad del sector a cambios abruptos en la demanda energética y en los patrones de uso de combustibles.

Además de las variaciones interanuales asociadas a eventos excepcionales, las emisiones del sector Energía en Honduras están fuertemente determinadas por una serie de impulsores estructurales. Entre ellos destacan el crecimiento sostenido de la demanda eléctrica, impulsado por el aumento poblacional, la expansión del parque vehicular y el incremento de actividades industriales y comerciales, así como la elevada dependencia del diésel y otros combustibles fósiles importados para la generación eléctrica y el transporte (IRENA, 2023).

Asimismo, variables económicas como el crecimiento del PIB, la evolución de los precios internacionales del petróleo y la eficiencia energética del parque tecnológico influyen de manera directa en la magnitud de las emisiones, configurando un escenario en el que la dinámica del consumo energético es el principal motor del comportamiento del sector.

En cuanto a la evolución, las emisiones presentan un incremento sostenido desde 1990 hasta alcanzar un máximo previo a la pandemia en 2015 (10,883.28 kt CO₂ eq). Durante 2020 se evidencia una caída asociada a la reducción de la actividad económica, reportándose 9,150.98 kt CO₂ eq. Sin embargo, en el periodo postpandemia (2021–2022) se observa una rápida recuperación, pasando de 10,290.93 kt CO₂ eq en 2021 a 10,879.59 kt CO₂ eq en 2022, nivel equivalente al máximo histórico. Esto confirma que el sector Energía retomó su tendencia creciente tras la pandemia, manteniéndose como un sector clave en emisiones de GEI en el país.

Tabla 3-2. Sector Energía: total de GEI por categoría kt CO₂ eq.

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1.A. Actividades de quema de combustibles	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59
1.B Emisiones fugitivas de combustibles.	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59

Las emisiones del país muestran un crecimiento sostenido de las emisiones de GEI del sector Energía de Honduras entre 1990 y 2022, pasando de niveles cercanos a 4,000. kt CO₂ eq en los años iniciales a valores superiores a 10,000 kt CO₂ eq en la última década. El aumento está impulsado principalmente por tres categorías: 1.A.3. Transporte, que se consolida como la mayor fuente de emisiones; 1.A.1. Industrias de la energía, que crece de forma significativa debido a la expansión de la demanda energética; y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, que mantiene una tendencia ascendente acorde con la actividad económica del país.

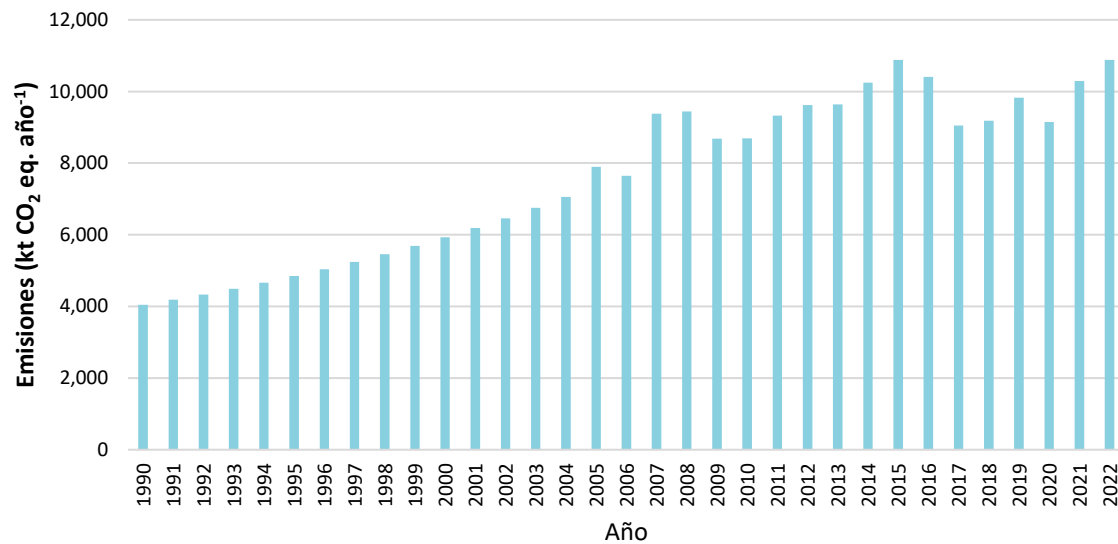


Figura 3-1. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq. año⁻¹).

Tabla 3-3. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	3,614.79	4,406.93	5,411.74	7,204.61	7,841.64	9,962.69	8,467.39	9,689.34	10,313.12
CH ₄	361.00	359.78	420.78	573.02	688.88	756.75	556.05	473.63	440.79
N ₂ O	72.49	80.72	98.70	123.77	166.01	163.84	127.54	127.96	125.67
Total	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 3-2 se observa que las mayores emisiones corresponden al CO₂, el cual representa más del 94.79% del total para el año 2022. En segundo lugar, se ubica el CH₄, con una participación de 4.05%, mientras que el gas de menor contribución es el N₂O, que aporta aproximadamente 1.16% de las emisiones del sector.

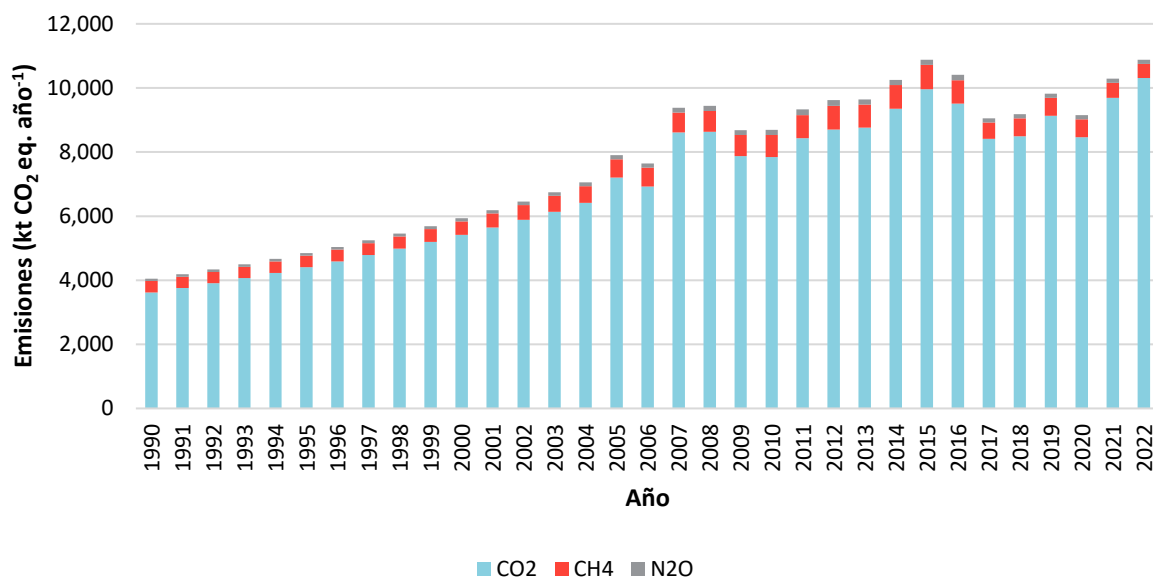


Figura 3-2. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq.año⁻¹).

3.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para el análisis del sector Energía se realizó la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al periodo 1990–2022. Estas estimaciones se desarrollaron conforme a las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el Nivel 1 para cada una de las subcategorías incluidas en la Tabla 3-1, lo que permitió mantener una metodología uniforme para toda la serie temporal.

Los datos de actividad utilizados provienen de fuentes oficiales: la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente para los años 2005–2009 y la Secretaría de Energía de Honduras para el periodo 2010–2022. En los años en los que no se contó con información disponible, se aplicaron métodos de extrapolación y reconstrucción de series con el fin de completar la información faltante y garantizar la continuidad y coherencia del cálculo de emisiones en todo el periodo analizado.

Es importante aclarar que el país viene adelantando los esfuerzos necesarios para poder mejorar los datos de actividad debido a que actualmente no se han logrado consolidar todas las bases de datos, al igual que los factores de emisión, ya que actualmente no se cuenta

con factores propios del país y por ende se hace necesario emplear los valores correspondientes a las Directrices del IPCC de 2006.



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

3.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

De acuerdo con las Directrices del IPCC 2006 y Refinamientos 2019, las emisiones del sector Energía corresponden a los gases generados por la quema de combustibles fósiles utilizados en diversas actividades del país. En el caso de Honduras, estas emisiones se reportan dentro de la categoría 1.A. Actividades de quema de combustibles, la cual agrupa todas las fuentes asociadas al uso energético de combustibles

Para Honduras, la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero de quemaduras de combustibles se realizó para la serie temporal 1990-2022. Esta categoría integra cuatro subcategorías principales: 1.A.1. Industrias de la energía, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, 1.A.3. Transporte y 1.A.4. Otros sectores, todas ellas asociadas a la combustión de combustibles en sus respectivos ámbitos.

En este marco, la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía incluye las emisiones provenientes de la combustión realizada en las instalaciones dedicadas a la producción de energía del país, tales como plantas térmicas de generación eléctrica. La subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción comprende las emisiones derivadas del uso de combustibles en procesos industriales, incluyendo la combustión para generar calor y electricidad para consumo propio dentro de estas actividades.

La subcategoría 1.A.3. Transporte agrupa todas las emisiones resultantes de la quema de combustibles utilizada en las diferentes modalidades de transporte, de acuerdo con las Directrices del IPCC. Finalmente, la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, corresponde a las

emisiones generadas por la combustión en sectores como el comercial, institucional y residencial, donde los combustibles se emplean para calefacción, cocción, generación de calor o usos energéticos similares.

Respecto a la participación por gas las emisiones del sector Energía de Honduras, muestran que el CO₂ es el gas dominante, con 10,313.12 kt CO₂ eq en 2022, impulsado principalmente por la combustión de gasolina y diésel en el transporte, el uso de combustibles fósiles para generación eléctrica y el consumo industrial. Este gas representa 91.49 % de las emisiones del sector en el último año inventariado, y entre 1990 y 2022 presenta un incremento significativo, pasando de 3,614.79 kt a más de 10,313.12 kt CO₂ eq. Aunque se observa una caída temporal en 2020 debido a la pandemia, las emisiones se recuperan rápidamente en 2021 y 2022, regresando a niveles máximos históricos.

El CH₄ alcanza en 2022 aproximadamente 440.79 kt CO₂ eq, derivado principalmente de combustión incompleta de combustibles en motores y calderas, especialmente en el transporte y en procesos de generación térmica. Su participación en el total sectorial es de 6.90 %, y aunque aumentó entre 1990 y 2022, presenta una disminución notable respecto a 2015, cuando superaba los 750.75 kt CO₂ eq, la cual se debe a la variación en los consumos de combustible.

Por su parte, el N₂O registra en 2022 cerca de 125.67 kt CO₂ eq, asociado principalmente a procesos de combustión a altas temperaturas en transporte, calderas industriales y generación térmica. Su participación es la menor entre los tres gases, con 1.16 % del total sectorial. Aunque presenta un incremento respecto al año base de 1990, las emisiones actuales son inferiores a las reportadas en 2015, lo que indica una variación en los datos de actividad y consumos de combustible como Diésel.

Tabla 3-4. 1.A. Actividades de quema de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1.A.1. Industrias de la Energía	1,194.89	1,580.53	1,973.65	2,405.14	2,601.53	3,268.22	2,398.58	2,742.36	3,109.79
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	810.94	762.94	915.12	2,166.50	1,895.77	2,405.73	1,794.20	1,729.80	1,771.60
1.A.3. Transporte	1,428.41	1,898.52	2,368.75	2,440.16	3,197.67	4,011.89	3,803.26	4,638.21	4,776.56
1.A.4. Otros sectores	614.05	605.44	673.72	889.60	1,001.57	1,197.44	1,154.93	1,180.55	1,221.63

Total 1.A	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59

Para el año 2022, el sector con mayores emisiones fue la categoría 1.A.3. Transporte con 4,776.56 kt CO₂ eq, lo que corresponde al 43.90 % del total sectorial como se observa en la Figura 3-3. En segundo lugar, se ubicó el sector Industrias de la Energía, con 3,109.79 kt CO₂ eq (28.58 %), seguido de las Industrias manufactureras y de la construcción, que registraron 1,771.60 kt CO₂ eq (16.28%). Finalmente, la categoría de Otros sectores reportó 1,221.63 kt CO₂ eq, equivalente al 11.23 % del total.

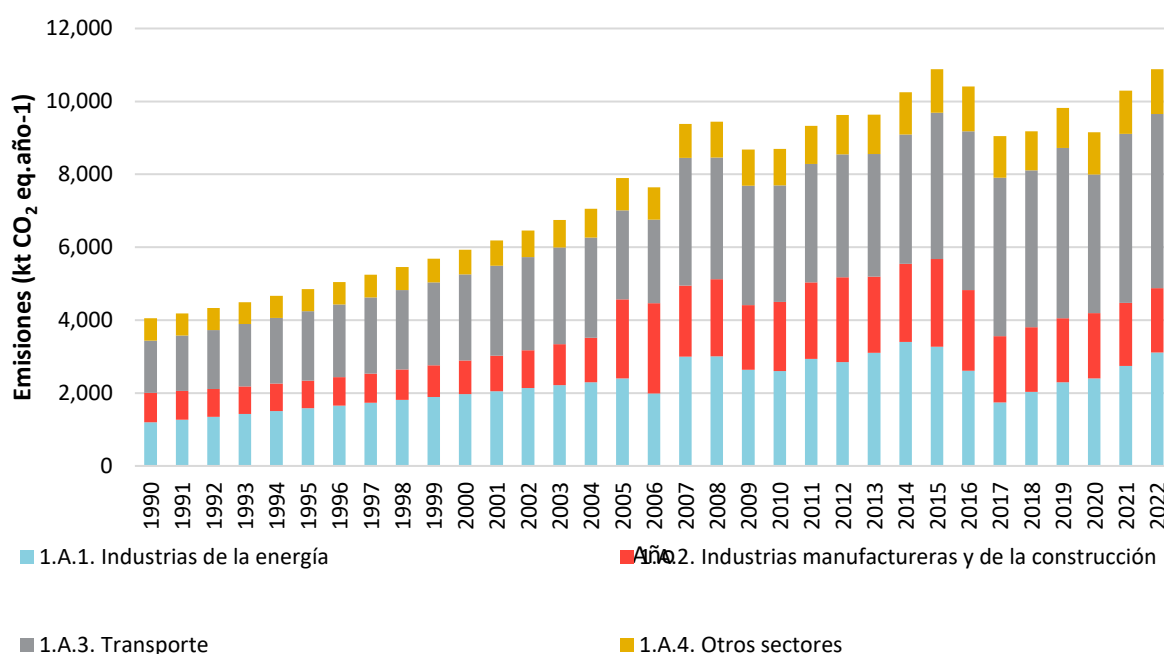


Figura 3-3. 1.A. Actividades de quema de combustibles: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

Las categorías de Transporte e Industrias de la energía continúan siendo las principales contribuyentes, mientras que la caída registrada en 2020 aparece únicamente como un evento excepcional asociado a la pandemia. En conjunto, los datos confirman que el comportamiento reciente del sector se caracteriza por una rápida recuperación postpandemia y un retorno a niveles máximos de emisión, consolidando su papel como una de las mayores emisiones dentro del inventario nacional.

3.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para el sector de actividades de quema de combustibles se llevó a cabo la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el periodo comprendido entre 1990 y 2022. Este ejercicio se efectuó siguiendo las Directrices del IPCC y utilizando el Nivel 1 para todas las subcategorías presentadas en la Tabla 3-1, garantizando así un enfoque metodológico consistente a lo largo de toda la serie temporal.

Los datos de actividad que fueron empleados para la estimación de la categoría proceden de fuentes oficiales: Tales como la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente para el periodo 2005-2009 y la Secretaría de Energía de Honduras para los años 2010-2022. En los casos donde existieron vacíos de información, se recurrió a técnicas de extrapolación y reconstrucción de datos de acuerdo con lo establecido por parte del IPCC la cual basado en técnicas de empalme se logró completar la serie de tiempo de 1990-2004, lo permitió completar las series faltantes y asegurar la continuidad y coherencia en la estimación de las emisiones a lo largo de todos los años analizados.

Dentro de esta categoría de quema de combustibles el país viene adelantando los esfuerzos técnicos para poder contar con una mejor recopilación de información, al igual que tener factores de emisión propios que permitan mejorar las estimaciones de emisiones del sector de energía.

3.2.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad utilizados para la categoría 1.A. Quema de Combustibles provienen de distintas fuentes oficiales. Para el periodo 2005 - 2009, la información fue suministrada por la Secretaría de Recursos Naturales, mientras que para los años 2010-2022 se emplearon los registros reportados por la Secretaría de Energía de Honduras. En aquellos años en los que no se contó con datos completos o existieron vacíos en la serie histórica, se aplicaron metodologías de extrapolación y reconstrucción de series, con el fin de garantizar la continuidad, coherencia y comparabilidad de la información necesaria para la estimación de emisiones en toda la serie temporal.

Dentro de esta categoría, se consideran diversos tipos de combustibles utilizados en las distintas actividades del sector Energía. Los combustibles líquidos incluyen diésel, gasolina, queroseno, fuel oil, jet kerosene y Avgas. En cuanto a los combustibles sólidos, se contempla el uso de carbón y coque. Para los combustibles gaseosos, las estimaciones se basan en el consumo de gas licuado de petróleo. Finalmente, en la categoría de biomasa, se incorpora el uso de leña y bagazo. Esta clasificación permite reflejar adecuadamente la diversidad de fuentes energéticas consumidas en el país y su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero del sector.

Estos combustibles descritos en la Tabla 3-5 están para toda la serie de tiempo de 1990 a 2022 y corresponden a todos los combustibles empleados para el inventario de gases del sector de energía.

Tabla 3-5. 1.A. Actividades de quema de combustibles: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).

Año	GLP	Fuel Oil	Diesel Oil	Gasolina	Jet Kerosene	Otro Kerosene (Querosene)	Otro petróleo (Avgas)	Petróleo Coque	Carbón Coque	Carbón vegetal	Madera /Desechos de madera (Leña)	Bagazo
1990	4.20	10,269.32	14,958.48	3,178.71	3,636.89	4,962.91	4.48	11.79	6,887.90	91.76	42,651.58	3,582.27
1991	4.34	11,712.28	15,553.66	4,009.81	3,594.05	4,265.82	4.40	17.02	6,674.08	99.60	42,010.79	3,974.25
1992	4.49	13,175.00	16,154.58	4,841.74	3,551.22	3,666.62	4.32	24.57	6,460.39	107.43	41,628.67	4,388.48
1993	4.66	14,659.43	16,761.87	5,674.56	3,508.38	3,151.55	4.24	35.43	6,246.82	115.27	41,511.71	4,829.19
1994	4.84	16,167.62	17,376.28	6,508.37	3,465.54	2,708.81	4.15	51.03	6,033.43	123.11	41,668.98	5,301.42
1995	5.03	17,701.57	17,998.64	7,343.26	3,422.70	2,328.25	4.07	73.36	5,820.27	130.94	42,112.16	5,811.13
1996	5.24	19,263.12	18,629.95	8,179.32	3,379.86	2,001.14	3.99	105.21	5,607.50	138.78	42,855.41	6,365.47
1997	5.46	20,853.69	19,271.35	9,016.67	3,337.02	1,719.97	3.91	150.38	5,395.40	146.61	43,915.10	6,972.89
1998	5.71	22,473.96	19,924.22	9,855.43	3,294.18	1,478.29	3.82	213.96	5,184.63	154.45	45,309.39	7,643.49
1999	5.98	24,123.27	20,590.16	10,695.75	3,251.34	1,270.56	3.74	302.46	4,976.53	162.29	47,056.62	8,389.27
2000	6.28	25,798.96	21,271.09	11,537.76	3,208.50	1,092.01	4.22	423.82	4,773.95	170.12	49,174.03	9,224.50
2001	6.61	27,495.30	21,969.32	12,381.63	3,165.66	938.55	4.82	586.87	4,582.82	177.96	51,675.35	10,166.20
2002	6.97	29,202.31	22,687.64	13,227.55	3,122.82	806.64	3.02	800.01	4,415.32	185.79	54,566.24	11,234.58
2003	7.38	30,904.32	23,429.45	14,075.72	3,079.98	693.27	2.81	1,068.90	4,295.83	193.63	57,838.91	12,453.72
2004	7.83	32,578.82	24,198.98	14,926.37	3,037.15	595.82	2.41	1,393.35	4,269.94	201.46	61,464.61	13,852.27
2005	8.35	33,144.28	31,556.96	14,303.26	3,114.89	1,467.33	1.17	2,603.18	4,639.45	209.30	68,281.64	9,706.18
2006	8.94	30,423.18	29,573.11	15,142.65	3,045.72	1,549.92	3.78	2,086.37	5,256.11	217.14	70,623.88	16,384.10
2007	9.62	43,913.14	33,642.25	18,664.56	2,976.54	2,944.77	3.62	1,890.73	5,181.14	224.97	73,157.57	13,046.68
2008	10.42	43,766.13	32,984.78	20,255.53	2,907.36	756.36	3.30	2,050.07	6,198.98	232.81	75,881.98	21,970.30
2009	11.35	37,315.38	30,995.51	21,190.45	2,838.19	915.35	4.42	3,288.92	3,039.38	240.64	79,616.35	9,781.86
2010	12.47	35,817.39	26,226.54	19,296.62	2,796.84	2,648.66	2.81	3,644.18	7,449.44	230.95	80,075.32	28,450.21
2011	23.35	40,996.43	27,953.20	20,723.00	2,292.54	461.85	2.75	4,990.26	7,462.27	259.82	85,261.01	33,120.69
2012	11.67	41,299.74	29,341.60	21,227.32	2,253.59	350.56	28.14	4,984.79	8,550.79	288.69	86,324.75	37,677.96
2013	8.72	42,544.04	30,703.30	20,824.97	2,227.44	173.11	0.80	4,100.93	8,285.45	16.17	87,416.19	9,388.17
2014	20.59	41,611.52	39,604.18	23,763.62	2,972.01	95.82	3.62	2,917.85	5,935.69	279.82	88,448.45	9,319.21
2015	13.97	44,436.62	39,248.89	25,259.43	3,423.60	64.10	2.42	4,267.05	7,083.36	277.14	90,387.67	4,386.67
2016	7.83	39,861.27	39,427.02	25,990.90	2,551.09	9.96	2.34	4,316.80	5,721.76	13.57	86,323.64	11,294.27
2017	25.29	27,239.08	36,336.50	27,728.45	2,211.07	6.58	2.26	3,432.01	5,633.65	4.33	59,037.82	3,541.72
2018	18.72	26,725.38	37,122.42	28,521.94	2,344.74	5.06	2.17	4,687.95	6,537.01	3.30	65,133.96	2,480.55
2019	307.15	32,616.12	36,427.62	30,881.80	2,460.87	4,962.91	2.09	4,899.17	6,327.38	15.90	64,315.21	2,387.20
2020	893.22	35,018.76	30,498.01	26,871.18	1,148.53	4,265.82	2.01	4,406.41	6,117.21	2.56	65,416.32	1,583.01
2021	1,280.87	37,896.97	38,333.05	30,166.55	2,337.20	3,666.62	1.93	4,414.91	5,906.84	4.77	54,198.19	3,099.24
2022	1,718.13	42,565.38	40,098.91	31,150.69	2,304.59	3,151.55	1.85	4,420.84	5,696.42	4.27	49,705.33	3,352.37

3.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Dado que Honduras no cuenta con factores de emisión propios ni con información nacional detallada sobre la composición de los combustibles o las características específicas de los procesos de combustión, los factores utilizados corresponden a los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, particularmente los incluidos en los Cuadros 2.2, 2.3 y 2.5 del Volumen 2: Energía, donde se presentan los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por tipo de combustible. Estos valores permiten asegurar la consistencia metodológica y la comparabilidad internacional del inventario.

El empleo de estos factores por defecto responde a la ausencia de información nacional detallada sobre el comportamiento de los combustibles utilizados en el país, así como las tecnologías de combustión y las condiciones operativas presentes en cada subsector. Esta limitación impide la adopción de factores de emisión más específicos (Nivel 2 o Nivel 3) y constituye una brecha relevante para el fortalecimiento metodológico del inventario.

Tabla 3-6. 1.A. Actividades de quema de combustibles: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Combustible	GEI	Valor	Unidad
Carbón Coque	CO ₂	94,600	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	1.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	1.5	kg N ₂ O .TJ
Carbón vegetal	CO ₂	112,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	200.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4.0	kg N ₂ O .TJ
Fuelóleo residual	CO ₂	77,400	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	1,111.1	kg N ₂ O .TJ
Diesel Oil	CO ₂	74,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Gas natural licuado	CO ₂	64,200	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Gasolina	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
GLP	CO ₂	63,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	1.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.1	kg N ₂ O .TJ
Madera. Desechos de madera	CO ₂	112,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	30.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4.0	kg N ₂ O .TJ
Bagazo	CO ₂	100,000	kg CO ₂ .TJ

Combustible	GEI	Valor	Unidad
Otro Petróleo (Avgas)	CH ₄	30.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4.0	kg N ₂ O .TJ
	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	0.5	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	3	kg N ₂ O .TJ
Petróleo Coque	CO ₂	97,500	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Jet Kerosene	CO ₂	71,500	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.0	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Gasolina (móviles)	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	33	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	3,2	kg N ₂ O .TJ
Diésel (móviles)	CO ₂	74.100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.9	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	3.9	kg N ₂ O .TJ

Nota: El factor de emisión de gasolina para aviación (avgas) proviene del cuadro 3.6.4 Volumen 2 Energía aviación

3.2.3. Comparación del método sectorial con el método de referencia

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

El método de referencia fue desarrollado siguiendo las Directrices del IPCC (2006, Volumen 2, Capítulo 6), utilizando el consumo aparente de energía a partir de datos de importaciones, exportaciones, cambios en existencias y suministros de combustibles primarios, considerando que Honduras no produce combustibles fósiles y depende completamente de las importaciones. Para la serie 1990-2022 se emplearon estadísticas de la CEPAL y del INE, junto con poderes caloríficos superiores del IPCC, obteniéndose una tendencia consistente con la evolución del consumo energético nacional. Las emisiones estimadas por este método alcanzaron 8,659.53 kt CO₂ en 2022, impulsadas principalmente por el incremento en el uso de combustibles líquidos en el transporte y la recuperación económica posterior a la pandemia. En relación con el año base 1990 (2,184.88 kt CO₂), las emisiones aumentaron en más de un 290.15 %, reflejando el crecimiento sostenido de la demanda energética y el alto consumo nacional de combustibles fósiles importados.

En la comparación interanual, la serie evidencia fluctuaciones relevantes asociadas a eventos económicos y contextuales, como la disminución en 2020 por la emergencia sanitaria del COVID-19 o los incrementos entre 2014 y 2016 debido al alza en consumo de diésel y gasolina. Asimismo, se identificaron diferencias superiores al 5 % entre el método de referencia y el método sectorial en varios años, particularmente en periodos donde no se dispone de información completa sobre consumos aparentes o existencias, lo que genera subestimaciones en el balance energético. Estas diferencias también responden a las proyecciones en los consumos de combustibles que se debieron realizar para la estimación de las categorías del sector energético.

Tabla 3-7. Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia. (kt CO₂).

Método	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Sectorial	4,048.28	4,847.43	5,931.22	7,901.39	8,696.54	10,883.28	9,150.98	10,290.93	10,879.59
Referencia	2,184.88	3,457.70	4,079.18	5,931.16	6,999.42	8,523.94	6,954.37	7,879.16	8,659.53
Diferencia	1,863.40	1,389.73	1,852.04	1,970.23	1,697.12	2,359.34	2,196.61	2,411.77	2,220.06
Diferencia %	46 %	29 %	31 %	25 %	20 %	22 %	24 %	23 %	20 %

Estas diferencias se reflejan en la siguiente figura, donde se evidencia que el inventario de GEI presenta valores más altos de emisiones de CO₂ en comparación con el método de referencia, debido a que incorpora de manera directa los consumos reportados por los sectores. Parte de esta discrepancia se explica por la falta de información completa sobre algunos combustibles con alta representatividad en la serie histórica, lo que afecta el cálculo del consumo aparente. Por ello, resulta necesario fortalecer y completar los datos de actividad utilizados en el método de referencia, con el fin de mejorar su coherencia y precisión frente al inventario nacional.

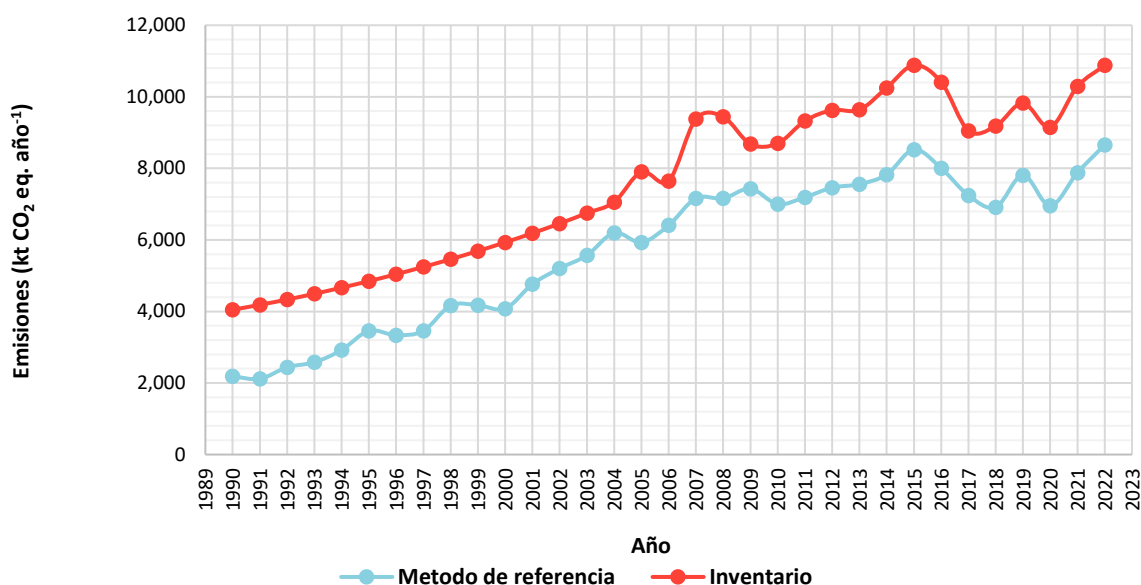


Figura 3-4. Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia. (kt CO₂ eq.año⁻¹ y diferencia porcentual).

3.2.3.2. Aspectos metodológicos del método de referencia

El método de referencia se calcula a partir del consumo aparente de energía, el cual se determina utilizando la información de producción, importaciones, exportaciones, depósitos internacionales y variaciones en existencias de combustibles. Este enfoque permite obtener un balance energético integral del país y constituye una validación adicional frente al método sectorial. Conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC (2006, Volumen 2, Capítulo 6), la producción de combustibles secundarios no se incorpora explícitamente dentro de este método, dado que sus cuantías ya están reflejadas en los suministros de combustibles primarios, evitando duplicidades en la contabilidad energética.

Para la implementación del método de referencia se emplearon las orientaciones metodológicas del IPCC, utilizando como insumos principales los datos de importación de combustibles reportados por la CEPAL y las estadísticas oficiales nacionales proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Estos registros permitieron reconstruir el suministro energético del país para la serie histórica considerada. Adicionalmente, se utilizaron los poderes caloríficos

Netos (PCN) predeterminados por el IPCC, los cuales también fueron aplicados en el cálculo de las emisiones sectoriales, con el fin de asegurar coherencia en la estimación de emisiones y comparabilidad entre métodos. Este procedimiento garantiza que las diferencias observadas entre ambos enfoques reflejen variaciones reales en los datos de actividad y no inconsistencias metodológicas o de factores de emisión.

Es importante señalar que, para la aplicación del método de referencia, el país no disponía de información completa y sistematizada sobre las importaciones de combustibles líquidos, sólidos y gaseosos para toda la serie temporal analizada, entendiendo que el país no realiza la fabricación de ningún tipo de combustible. Asimismo, el Balance Energético Nacional presentaba vacíos de información que impedían contar con datos integrales y consistentes para el período 1990–2022. En consecuencia, fue necesario recurrir a fuentes externas de información con el fin de estimar las cantidades de combustibles ingresadas al país durante dicha serie de tiempo. No obstante, aun con el uso de estas fuentes, no fue posible construir series históricas plenamente consistentes para la totalidad de los combustibles utilizados.

En este contexto, se destaca que Honduras se encuentra adelantando un proceso de fortalecimiento institucional y técnico orientado a la consolidación de su Balance Energético Nacional y a la mejora de los sistemas de recopilación y gestión de datos. Estas acciones permitirán robustecer la aplicación del método de referencia y mejorar la calidad, cobertura y consistencia de la información en los próximos ciclos del inventario nacional de emisiones.

Tabla 3-8. Comparación entre métodos: consumo aparente por tipo de combustible (kt).

Año	GLP (kt)	Gasolina (kt)	Jet Kerosene (kt)	Diesel (kt)	Fuelóleo residual (kt)
1990	10.90	128.88	99.94	329.96	125.00
1991	8.51	117.82	94.39	319.12	133.26
1992	9.20	139.00	121.19	362.00	144.40
1993	11.39	159.48	97.78	437.24	113.90
1994	14.09	186.92	80.04	522.58	125.18
1995	22.15	211.45	76.17	573.75	215.95
1996	16.34	179.86	63.43	495.68	306.21
1997	18.29	224.61	70.10	506.74	281.14
1998	21.86	242.30	80.92	691.09	287.27
1999	23.74	266.45	84.04	638.89	316.32
2000	42.58	292.58	75.51	560.39	329.87
2001	32.12	275.94	70.24	720.20	417.95
2002	35.33	278.80	68.03	785.36	435.44
2003	36.99	273.13	59.91	896.88	504.05

Año	GLP (kt)	Gasolina (kt)	Jet Kerosene (kt)	Diesel (kt)	Fuelóleo residual (kt)
2004	39.31	285.92	59.39	879.61	708.18
2005	67.39	307.27	60.28	716.92	740.16
2006	64.13	325.08	68.16	672.19	915.84
2007	73.58	401.43	95.08	764.23	953.00
2008	78.73	424.24	92.98	749.37	941.79
2009	73.58	455.63	96.26	704.10	807.86
2010	75.21	508.04	96.65	751.55	805.29
2011	81.22	481.11	97.70	732.60	906.38
2012	92.98	501.48	98.49	772.82	918.95
2013	73.87	433.94	77.27	827.00	1000.27
2014	80.14	455.46	88.05	866.26	1008.93
2015	88.94	519.84	99.41	939.63	1073.93
2016	106.42	514.83	80.54	912.18	942.74
2017	112.39	540.54	78.09	866.25	717.83
2018	100.54	577.93	70.84	920.67	538.63
2019	117.54	607.33	76.07	919.99	775.70
2020	130.22	528.27	45.10	773.89	747.76
2021	152.26	679.68	70.79	954.55	663.88
2022	280.62	832.13	80.11	923.17	663.88

De acuerdo con la metodología establecida por el IPCC, la estimación del consumo de carbono se realizó utilizando los valores calóricos netos (VCN) del Cuadro 1.2, incluyendo los valores por defecto y los límites inferior y superior, conforme a lo señalado en el Capítulo 1 del Volumen 2 de las Directrices del IPCC 2006. Este procedimiento permite mantener consistencia con los parámetros energéticos recomendados por las Directrices.

Tabla 3-9. Comparación entre métodos: factor de emisión de CO₂ aplicados.

Fuente de GEI o combustible	GEI	Valor	Unidad
Gasolina	CO ₂	44.3	TJ.kt
Jet Kerosene	CO ₂	44.1	TJ.kt
Gas. Diesel Oil	CO ₂	43.0	TJ.kt
Fuelóleo residual	CO ₂	40.4	TJ.kt
GLP	CO ₂	47.3	TJ.kt

3.2.4. Combustibles internacionales

3.2.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de los combustibles internacionales

De acuerdo con las Directrices del IPCC las emisiones estimadas en esta categoría no suman al total del inventario nacional y son reportadas como memo informativo, para esta categoría se presentan las emisiones correspondientes a la subcategoría 1. D.1.a. Aviación Internacional, mientras que la categoría 1.D.1.b. Navegación internacional es reportada como estimada en otra categoría (1.A.3.d. Navegación marítima) debido a que no fue posible desagregar los consumos, pero se encuentra dentro del plan de mejora del país. En cuanto a la categoría de 1.D.2. Operaciones Multilaterales se pone como no estimada al no conocer los datos de actividad.

Las emisiones de CO₂ asociadas a la categoría de aviación bunker muestran una tendencia general ascendente a lo largo de la serie analizada. En los primeros años se observan valores relativamente bajos (entre 5.68 y 30.58 kt CO₂ eq), correspondientes a un periodo inicial de menor volumen de operaciones internacionales. A partir de mediados de los años 2000, las emisiones comienzan a aumentar de forma más marcada, alcanzando niveles superiores promedio a 120.4 kt CO₂ eq, lo cual refleja una expansión progresiva en el tráfico aéreo internacional, el incremento en el uso de combustibles de aviación y la apertura de rutas o mayor demanda de transporte de carga y pasajeros.

En años posteriores, las fluctuaciones interanuales podrían estar vinculadas a variaciones económicas, cambios en la oferta de rutas o ajustes en los precios del combustible. Aunque en 2020 se evidencia una reducción marcada por la disminución global de vuelos como se observa en la Tabla 3-10 (Combustibles internacionales: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo. (kt CO₂ eq)), las emisiones se recuperan rápidamente en 2021 y 2022, posiblemente indicando la reactivación de la actividad aérea internacional.

Tabla 3-10. Combustibles internacionales: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo. (kt CO₂ eq).

Transporte internacional	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022

Aéreo	5.68	47.50	119.46	94.15	167.26	215.82	222.40	266.99	266.99
Marítimo	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Total	5.68	47.50	119.46	94.15	167.26	215.82	222.40	266.99	266.99

La figura 3-5 muestra una tendencia claramente ascendente en las emisiones de CO₂ asociadas a la aviación bunker a lo largo de toda la serie histórica. En los primeros años (1990-1995) se observa un incremento gradual desde menores valores, seguido por un crecimiento más marcado entre finales de los noventa y mediados de los años 2000, donde las barras aumentan de forma sostenida. Este comportamiento podría estar asociado a una expansión progresiva de la actividad aérea internacional, con mayores volúmenes de vuelos y de consumo de combustibles de aviación.

Entre 2005 y 2019, la gráfica muestra fluctuaciones moderadas, pero mantiene un nivel elevado de emisiones, con picos que superan los 230.45 kt CO₂ eq, lo que sugiere un periodo de consolidación de la actividad aérea internacional.

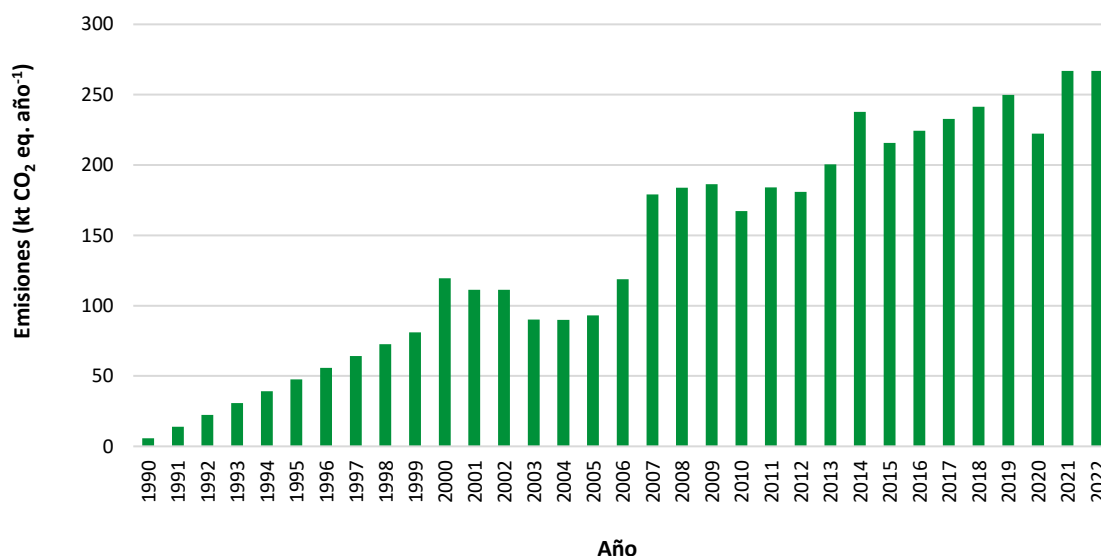


Figura 3-5. Combustibles internacionales: emisiones de GEI del transporte aéreo y marítimo (kt CO₂ eq.año⁻¹).

3.2.4.2. Aspectos metodológicos de los combustibles internacionales

Para el análisis de las emisiones de los combustibles internacionales se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al periodo 1990-2022, siguiendo los lineamientos establecidos en las Directrices del IPCC.

La estimación se realizó aplicando el Nivel 1 para la categoría de aviación internacional, con el objetivo de asegurar una metodología consistente y comparable a lo largo de toda la serie temporal. Este enfoque permitió mantener uniformidad en los factores de emisión utilizados y coherencia en el tratamiento de las distintas fuentes del sector.

Los datos de actividad empleados provienen de fuentes oficiales nacionales. Para el periodo 2005-2009, se utilizaron los registros de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, mientras que para los años 2010 - 2022 se incorporó la información reportada por la Secretaría de Energía de Honduras. En los años sin datos disponibles, fue necesario aplicar procedimientos de extrapolación y reconstrucción de series con el fin de completar las brechas de información y garantizar la continuidad, integridad y consistencia del conjunto de datos empleados en la estimación de emisiones del sector. Para este sector se tienen dos diferentes

combustibles como son el Jet Kerosene y el Avgas presentados en la Tabla 3-11 (Combustibles internacionales: datos de actividad por combustible (TJ)).

Tabla 3-11. Combustibles internacionales: datos de actividad por combustible (TJ).

Año	Jet Kerosene (TJ)	Avgas (TJ)
1990	73.06	5.91
1991	188.68	6.34
1992	304.30	6.79
1993	419.92	7.27
1994	535.54	7.79
1995	651.16	8.35
1996	766.78	8.95
1997	882.40	9.58
1998	998.02	10.27
1999	1,113.64	11.00
2000	1,646.69	11.79
2001	1,533.80	12.63
2002	1,527.18	16.88
2003	1,236.12	16.48
2004	1,233.48	14.07
2005	1,286.84	6.43
2006	1,628.61	21.71
2007	2,466.07	20.50
2008	2,533.55	18.89
2009	2,562.21	24.52
2010	2,305.99	16.08
2011	2,530.90	25.18
2012	2,485.92	26.98
2013	2,753.60	28.90
2014	3,281.04	20.50
2015	2,963.55	33.18
2016	3,079.17	35.55
2017	3,194.79	38.09
2018	3,310.41	40.81

Año	Jet Kerosene (TJ)	Avgas (TJ)
2019	3,426.03	43.72
2020	3,041.65	46.85

Año	Jet Kerosene (TJ)	Avgas (TJ)
2021	3,657.27	50.19
2022	3,657.27	50.19

Dado que Honduras no dispone de factores de emisión propios ni de información nacional suficientemente detallada sobre la composición de los combustibles o las características particulares de los procesos de combustión, se emplearon los valores por defecto recomendados en las Directrices del IPCC 2006. En particular, se utilizaron los factores incluidos en los Cuadros 2.2, 2.3 y 2.5 del Volumen 2: Energía, que presentan los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O diferenciados por tipo de combustible y descritos en la Tabla 3-12 (Combustibles internacionales: factores de emisión aplicados por fuente de GEI). La adopción de estos valores garantiza la coherencia metodológica del inventario y facilita su comparabilidad con los informes elaborados por otros países.

El uso de factores por defecto se justifica por la ausencia de información nacional sobre las propiedades específicas de los combustibles consumidos en el país, así como sobre las tecnologías de combustión y condiciones operativas en los distintos subsectores del sector energía. Estas limitaciones impiden la aplicación de metodologías de mayor detalle (Nivel 2 o Nivel 3) y representan una brecha relevante

para el fortalecimiento técnico del inventario, que deberá abordarse en futuros procesos de mejora de la información y de las capacidades nacionales.

Tabla 3-12. Combustibles internacionales: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Jet Kerosene	CO ₂	71,500	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	0.5	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	2	kg N ₂ O.TJ
Avgas	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	0.5	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	2	kg N ₂ O.TJ

3.2.5. Materias primas y uso no energético de los combustibles

Actualmente el país viene adelantando la identificación de materias primas que son empleados como no energéticos de los combustibles. Se espera que en los próximos reportes se pueda lograr el reporte de esta información.

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

3.2.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Las emisiones de la subcategoría 1.A.1 Industrias de la Energía están asociadas al consumo de combustibles como diésel oil, fuel oil, GLP, coque, biomasa y leña. A lo largo de la serie temporal, estas emisiones muestran una tendencia creciente: en 1990 se estimaron 1,194.89 kt CO₂ eq, mientras que para 2022 alcanzaron 3,109.79 kt CO₂ eq, tal como se presenta en la Tabla 3-13. Este incremento está estrechamente vinculado al comportamiento de la demanda energética y al uso recurrente de combustibles fósiles en la generación termoeléctrica.

La variabilidad observada dentro de la serie está influenciada por cambios en la disponibilidad de recursos energéticos y por factores externos. Entre 2014 y 2016 se registran fluctuaciones en el consumo de combustibles asociadas a condiciones meteorológicas extremas, particularmente a la sequía más severa documentada en Honduras (UNICEF Honduras, 2016), lo que redujo la generación hidroeléctrica y aumentó la dependencia de fuentes térmicas. Asimismo, en 2020 se evidencia una variación adicional vinculada a la emergencia sanitaria por COVID-19, que modificó los patrones de consumo energético y generó ajustes en la estructura de combustibles utilizados en el sistema eléctrico nacional (IRENA, 2023).

Tabla 3-13. 1.A.1. Industrias de la Energía: total de GEI por fuente de GEI (kt CO₂ eq).

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,194.89	1,580.53	1,973.65	2,405.14	2,601.53	3,268.22	2,398.58	2,742.36	3,109.79
Total 1.A.1 Industrias de energía	1,194.89	1,580.53	1,973.65	2,405.14	2,601.53	3,268.22	2,398.58	2,742.36	3,109.79

La gráfica muestra una tendencia general creciente en las emisiones de GEI asociadas a la generación de electricidad y calor como actividad principal entre 1990 y 2022. En los primeros años de la serie se observa un incremento progresivo, reflejando la expansión de la demanda eléctrica y el aumento en el uso de combustibles fósiles como diésel y fuel oil en la matriz energética. Esta tendencia se intensifica a partir de la década de 2000, con picos destacados entre 2010 y 2014, años en los que las emisiones alcanzan sus valores más altos, superando en promedio los 5,150.20 kt CO₂ eq, debido al incremento de la generación termoeléctrica en respuesta a las limitaciones en la disponibilidad hídrica.

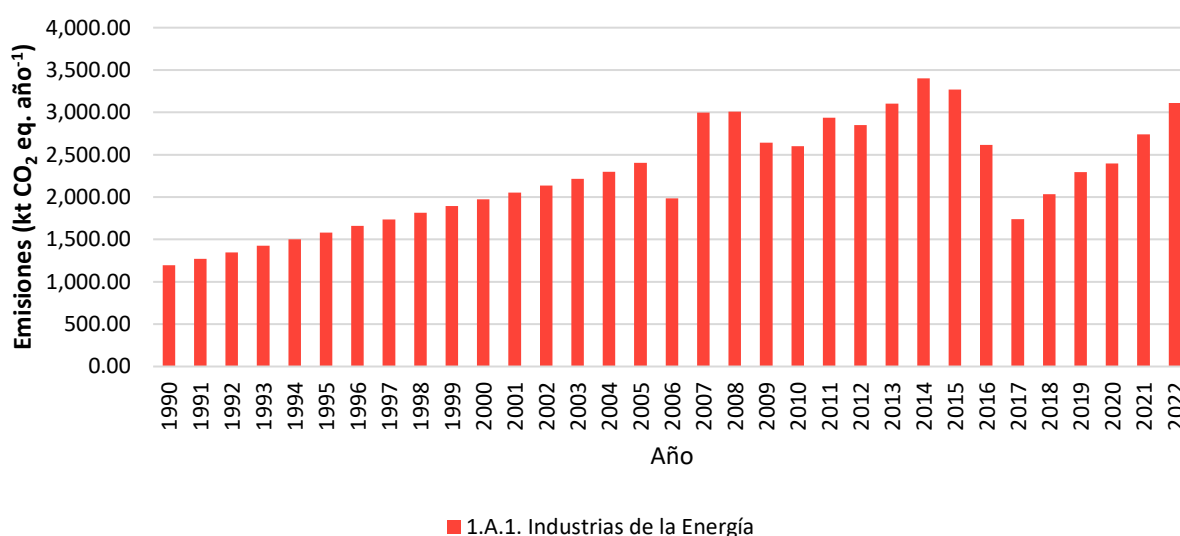


Figura 3-6. 1.A.1. Industrias de la Energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

3.2.6.2. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para el análisis de la categoría producción de electricidad y calor como actividad principal se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al periodo 1990 - 2022, siguiendo las Directrices del IPCC y aplicando el Nivel 1 para cada uno de los combustibles descritos en la Tabla 3-14. Este enfoque metodológico permitió asegurar la consistencia y comparabilidad de los resultados a lo largo de toda la serie temporal.

Los datos de actividad utilizados provinieron de fuentes oficiales, específicamente de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente para el periodo 2005–2009 y de la Secretaría de Energía de Honduras para los años 2010-2022, lo que garantizó la utilización de información verificable y acorde con los registros nacionales disponibles.

Tabla 3-14. 1.A.1. Industrias de la energía: Aspectos metodológicos.

Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
1.A.1 Industrias de la energía	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nivel 1	Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. Capítulo 2 Volumen 2 IPCC 2006 Emisiones de GEI = Consumo de combustible * Factor de emisión	Para la categoría de industrias de la energía fueron proyectados y empleados datos oficiales de acuerdo con lo descrito a continuación: Diésel Oil: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022. Fuel Oil: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022. GLP: Proyectado: 1990-2017. Dato de entrada: 2018 – 2022. Coque: Proyectado: 1990-2010. Dato de entrada: 2011 – 2022. Coque: Proyectado: 1990-2010. Dato de entrada: 2011 – 2022. Biomasa: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022. Leña: Proyectado: 1990-2015. Dato de entrada: 2016 – 2022.	Para determinar las emisiones de la categoría fueron empleados datos oficiales de consumo registrados para las series de tiempo descritas y entregadas por parte de la Secretaría de Recursos Naturales y Secretaría de Energía de Honduras. De igual forma se hizo la proyección de algunos datos de actividad para poder completar la serie de tiempo de 1990 a 2022.

3.2.6.2.1. Datos de actividad de la subcategoría

Para la categoría 1.A.1. Industrias de la Energía, se estimaron las emisiones asociadas al consumo de seis tipos de combustibles: carbón coque, fuelóleo residual, diésel, GLP, leña y otras biomásas. Estos datos de actividad reflejan principalmente el consumo de combustibles utilizados por las centrales termoeléctricas, que representan una parte importante de la matriz de generación eléctrica del país, especialmente en los años con menor disponibilidad hídrica. Es importante señalar que, conforme a las Directrices del IPCC, las emisiones de CO₂ procedentes del uso de biomasa no se contabilizan dentro del total de GEI y se reportan únicamente con carácter informativo, dado que se consideran parte del ciclo biogénico del carbono.

El análisis de la serie temporal muestra variaciones en el consumo de combustibles que responden a cambios en la demanda eléctrica, fluctuaciones en la generación hidroeléctrica y condiciones externas, como sequías o alteraciones operativas del sistema eléctrico. La tendencia general evidencia incrementos sostenidos en el uso de combustibles fósiles en determinados periodos, como se observa en el mayor consumo de fuelóleo y diésel entre 2010 y 2014, coincidiendo con años de mayor dependencia térmica. En contraste, años como 2020 presentan cambios asociados a la reducción de la actividad económica por la emergencia sanitaria, lo cual también se refleja en la variación de las emisiones estimadas.

Tabla 3-15. 1.A.1. Industrias de la energía: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).

Año	Carbón Coque (TJ)	Fuelóleo residual (TJ)	Gas / Diesel Oil (TJ)	GLP (TJ)	Madera /Desechos de madera (Leña) (TJ)	Otra biomasa sólida primaria (Biomasa) (TJ)
1990	6,887.89	6,412.96	502.62	58.14	121.68	617.85
1991	6,674.06	7,638.76	519.99	63.88	118.15	735.09
1992	6,460.34	8,864.57	538.58	70.18	114.52	874.58
1993	6,246.72	10,090.37	558.53	77.09	110.78	1,040.55
1994	6,033.21	11,316.17	579.99	84.67	106.94	1,238.03
1995	5,819.81	12,541.98	603.15	93.00	103.01	1,473.01
1996	5,606.52	13,767.78	628.20	102.13	98.98	1,752.61
1997	5,393.33	14,993.59	655.39	112.15	94.86	2,085.29
1998	5,180.25	16,219.39	685.02	123.14	90.82	2,481.15
1999	4,967.28	17,445.19	717.42	135.19	86.67	2,952.19
2000	4,754.41	18,671.00	752.99	148.41	82.26	3,512.69
2001	4,541.65	19,896.80	792.24	162.91	77.81	4,179.64
2002	4,329.00	21,122.61	835.76	178.80	73.33	4,973.28
2003	4,116.45	22,348.41	884.28	196.23	68.86	5,917.69
2004	3,904.01	23,574.21	938.73	215.34	64.39	7,041.49
2005	3,691.67	24,879.51	1,240.46	236.29	59.94	8,086.23
2006	3,479.44	19,649.88	1,253.07	259.25	55.50	10,618.01
2007	3,267.32	33,062.96	1,057.43	284.42	51.09	11,602.80
2008	3,055.30	33,092.59	1,376.65	312.00	46.73	14,060.56
2009	2,843.39	29,206.05	1,059.10	342.22	45.70	2,090.77
2010	2,631.58	28,503.05	1,030.84	375.34	38.15	19,990.99
2011	2,604.58	31,916.56	1,891.83	411.63	33.93	23,789.10
2012	1,704.91	31,760.01	1,891.83	451.38	29.75	28,309.09
2013	2,807.10	34,086.71	2,133.32	494.92	25.61	151.11
2014	935.76	35,591.60	6,928.27	542.61	21.50	179.11
2015	1,932.09	38,470.50	804.36	594.85	17.40	133.78
2016	133.69	31,890.52	1,147.15	652.06	1.45	141.71
2017	40.13	21,431.55	368.22	714.70	3.01	206.46
2018	940.90	23,415.64	1,111.85	723.33	19.96	119.38
2019	730.04	25,801.98	2,144.46	990.57	26.65	93.00
2020	519.28	28,280.29	1,321.59	870.91	35.91	80.46
2021	308.63	32,395.07	1,781.78	1,030.57	45.16	79.15
2022	98.07	37,132.15	1,962.40	1,129.07	54.42	64.87

3.2.6.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero en Honduras se utilizaron exclusivamente los factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, debido a que el país no cuenta con factores de emisión propios ni con información nacional suficiente sobre la composición de los combustibles, las tecnologías de combustión o las condiciones operativas de cada sector. En consecuencia, las estimaciones de CO₂, CH₄ y N₂O para las categorías de energía, transporte, industria, agricultura y residuos se basaron en los valores predeterminados incluidos en los cuadros metodológicos del IPCC, lo que garantiza la comparabilidad internacional y la consistencia de la serie temporal 1990-2022.

Estos factores por defecto incluyen los establecidos para combustibles líquidos (diésel y fuelóleo), sólidos (carbón coque, leña y biomasa) y gaseosos (GLP), así como los parámetros estandarizados para procesos industriales, manejo de residuos y actividades agrícolas. En síntesis, Honduras emplea únicamente factores de emisión no específicos del país, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la generación de información nacional que permita en el futuro avanzar hacia metodologías de Nivel 2 o Nivel 3 y mejorar la precisión de los inventarios sectoriales.

Tabla 3-16. 1.A.1. Industrias de la energía: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Carbón Coque	CO ₂	94,600	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	1	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	1.5	kg N ₂ O .TJ
Fuelóleo residual	CO ₂	77,400	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
GLP	CO ₂	63,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	1	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.1	kg N ₂ O .TJ
Leña	CO ₂	112,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	30	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4	kg N ₂ O .TJ
Otra biomasa	CO ₂	100,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	30	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4	kg N ₂ O .TJ

Diésel	CO ₂	74,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ

3.2.6.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Para la estimación de esta categoría, no fueron aplicadas flexibilidades.

3.2.6.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la subcategoría

Los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.1. Industrias de la Energía entre 1990 y 2022 se presenta en la Tabla 3-17. En 1990, la incertidumbre agregada de las emisiones totales fue de ± 79.96 %, mientras que en 2022 se redujo a ± 28.45 %, lo que representa una disminución absoluta de 51.51 puntos porcentuales y relativa del 64.42 %. Esta tendencia descendente refleja un fortalecimiento sostenido en los sistemas de información del sector energético, con mejoras en la calidad de los datos de actividad, mayor disponibilidad de mediciones y menor sesgo en la caracterización de las fuentes.

Al analizar los gases individualmente, CO₂ presenta la reducción más consistente, pasando de ± 80.36 % en 1990 a ± 28.54 % en 2022, en línea con la mejora en la caracterización del consumo de combustibles. Para CH₄, aunque la incertidumbre disminuye globalmente de ± 85.42 % a ± 40.97 %, su serie muestra variabilidad importante entre 2000 y 2010, con valores superiores al 70 %, lo que sugiere retos en la disponibilidad o precisión de datos para este gas durante esos años. En el caso de N₂O, se observa la mayor reducción absoluta: de ± 113.84 % en 1990 a ± 43.93 % en 2022 (-69.91 puntos), pese a fluctuaciones intermedias como las registradas en 2010 y 2015.

Tabla 3-17. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1 Industrias de la Energía.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 1.A.1.	Agregado	1,194.89	79.96
1995	Total 1.A.1.	Agregado	1,580.53	48.32
2000	Total 1.A.1.	Agregado	1,973.65	38.43
2005	Total 1.A.1.	Agregado	2,405.14	37.37
2010	Total 1.A.1.	Agregado	2,601.53	36.28
2015	Total 1.A.1.	Agregado	3,268.22	35.37
2020	Total 1.A.1.	Agregado	2,398.69	31.30
2022	Total 1.A.1.	Agregado	3,109.79	28.45
1990	1.A.1.	CH ₄	1.40	85.42

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
1995	1.A.1.	CH ₄	2.59	60.90
2000	1.A.1.	CH ₄	4.79	75.75
2005	1.A.1.	CH ₄	9.15	74.29
2010	1.A.1.	CH ₄	19.39	72.01
2015	1.A.1.	CH ₄	3.50	43.69
2020	1.A.1.	CH ₄	2.66	38.87
2022	1.A.1.	CH ₄	3.42	40.97
1990	1.A.1.	CO ₂	1,188.87	80.36
1995	1.A.1.	CO ₂	1,571.86	48.58
2000	1.A.1.	CO ₂	1,960.06	38.70
2005	1.A.1.	CO ₂	2,381.73	37.74
2010	1.A.1.	CO ₂	2,555.15	36.93
2015	1.A.1.	CO ₂	3,257.53	35.49
2020	1.A.1.	CO ₂	2,390.90	31.40
2022	1.A.1.	CO ₂	3,099.96	28.54
1990	1.A.1.	N ₂ O	4.62	113.84
1995	1.A.1.	N ₂ O	6.08	59.36
2000	1.A.1.	N ₂ O	8.79	50.60
2005	1.A.1.	N ₂ O	14.26	47.71
2010	1.A.1.	N ₂ O	26.98	51.74
2015	1.A.1.	N ₂ O	7.19	57.11
2020	1.A.1.	N ₂ O	5.13	43.05
2022	1.A.1.	N ₂ O	6.41	43.93

3.2.6.5. Actividades de control de calidad específicos de la subcategoría

Con el fin de validar las estimaciones realizadas, el equipo técnico, en coordinación con el equipo nacional de Honduras, efectuó revisiones sistemáticas de los cálculos desarrollados. En el sector energía, para asegurar la exhaustividad, se identificaron los vacíos de información que generaban estimaciones incompletas en subsectores de alta relevancia, particularmente en transporte y generación de energía, lo que permitió priorizar acciones de verificación y fortalecimiento de datos. Asimismo, se realizó una validación de las principales fuentes de información del sector con un experto nacional, con el propósito de evaluar la coherencia y las tendencias de los datos de actividad reportados.

Estas acciones se enmarcan en el Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendado por las Directrices del IPCC (2006) e incluyen la verificación interna de la consistencia de los resultados, la revisión cruzada de parámetros y datos de entrada, el análisis

de la coherencia temporal de las series históricas, la comparación con métodos alternativos cuando fue pertinente y la documentación transparente de las decisiones metodológicas adoptadas. Todo ello contribuyó a fortalecer la robustez, trazabilidad y transparencia del proceso de estimación del sector energía.

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

3.2.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

La categoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC 2006, comprende las emisiones derivadas de la quema de combustibles realizada en los procesos industriales, incluyendo aquella destinada a la generación interna de electricidad y calor para uso propio. En el caso de Honduras, las emisiones de este subsector se originan principalmente por el consumo de combustibles como diésel, petróleo coque, GLP, gasolina, bagazo y fuel oil utilizados en diversas actividades industriales.

Dado que no es posible desagregar completamente los consumos de combustibles según todas las subcategorías propuestas por el IPCC, para este BTR se asumió la siguiente clasificación: el consumo de bagazo se asignó a la categoría 1.A.2.e. Alimentos, bebidas y tabaco; el uso de petróleo coque a la categoría 1.A.2.f. Minerales no metálicos; mientras que los consumos de GLP, gasolina, diésel oil y fuel oil se agregaron a las categorías 1.A.2.g.v. Construcción y 1.A.2.g.viii. Otras industrias.

En esta categoría se estimaron 810.94 kt CO₂ eq en 1990 y 1,771.60 kt CO₂ eq en 2022, lo que corresponde a una variación compuesta anual del 2.47 %. Parte de estas variaciones responde a fluctuaciones en los precios internacionales de combustibles y, en particular, a cambios en el uso de combustibles sólidos. Asimismo, entre 2004 y 2005 se registró un incremento significativo asociado a mayores consumos de carbón por parte del sector industrial, situación reflejada en las emisiones reportadas en la siguiente tabla.

Tabla 3-18. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente. (kt CO₂ eq).

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022

1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	5.63	8.24	10.85	3.08	16.07	8.08	2.85	5.74	6.25
1.A.2.f. Minerales no metálicos	1.15	7.17	41.43	254.44	356.19	417.07	430.70	431.53	432.11
1.A.2.g.v Construcción	115.90	142.35	181.58	611.25	203.76	520.06	306.53	312.19	344.50
1.A.2.g. viii Otras industrias	688.25	605.18	681.26	1,297.72	1,319.74	1,460.51	1,054.12	980.35	988.74
Total	810.94	762.94	915.12	2,166.50	1,895.77	2,405.73	1,794.20	1,729.80	1,771.60

Las emisiones de la subcategoría 1.A.2.g.viii en Honduras muestran una tendencia general de incremento entre 1990 y 2022, pasando de 688.25 kt CO₂ eq en 1990 a 988.74 kt CO₂ eq en 2022, lo que evidencia un crecimiento sostenido asociado al aumento en el consumo industrial de combustibles. La serie presenta dos momentos de cambio relevantes: el primero ocurre entre 2005 y 2006, cuando las emisiones casi se duplican, alcanzando un máximo de 2,459.73 kt CO₂ eq en 2006, debido principalmente a un aumento excepcional en el uso de combustibles sólidos como el carbón por parte de algunas industrias. Posteriormente, las emisiones descienden y se estabilizan en valores cercanos a 1,900-2,100 kt CO₂ eq durante la década de 2010, reflejando variaciones en la actividad industrial y en los precios internacionales de combustibles. En los años más recientes (2018-2022) se observa una tendencia a la baja moderada, posiblemente vinculada a ajustes en la demanda energética industrial y a factores coyunturales como fluctuaciones económicas o cambios en la matriz de combustibles.

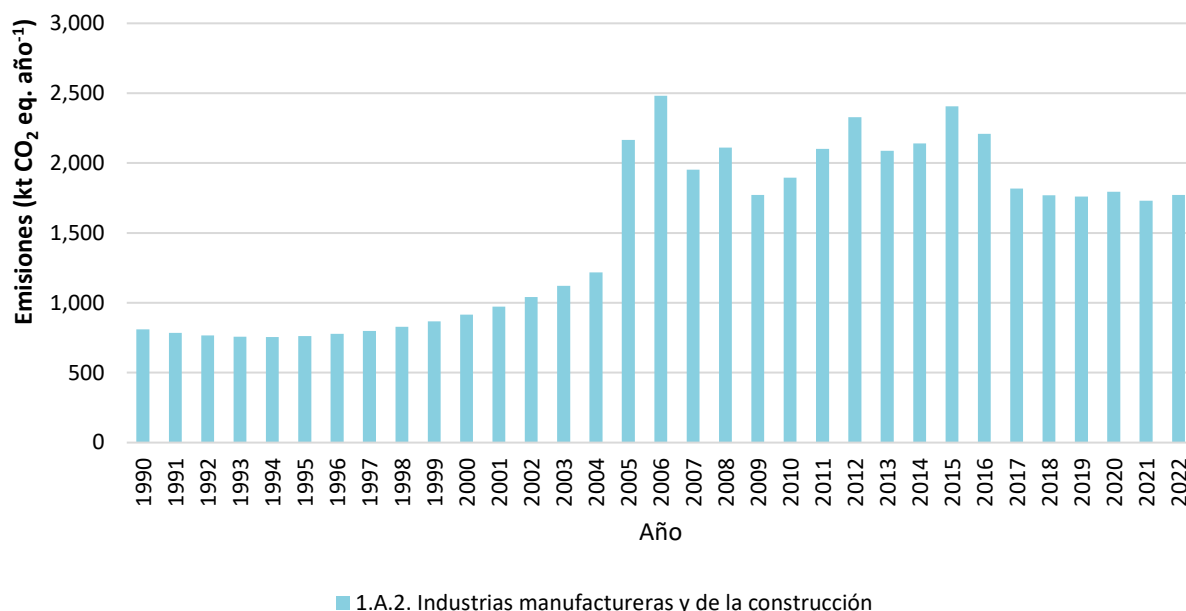


Figura 3-7. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

3.2.7.2. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de la categoría Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) se analizaron las emisiones de gases de efecto invernadero para el periodo 1990-2022, aplicando los factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, dado que Honduras no cuenta con factores de emisión país-específicos ni con información detallada sobre la composición de los combustibles o las tecnologías de combustión empleadas en el sector industrial. En este sentido, los factores utilizados para CO₂, CH₄ y N₂O corresponden a los valores predeterminados del IPCC para combustibles líquidos (diésel, gasolina, fuel oil), sólidos (bagazo y petróleo coque) y gaseosos (GLP), lo que garantiza consistencia metodológica y comparabilidad internacional en toda la serie temporal.

Los datos de actividad empleados en el cálculo provienen de fuentes oficiales nacionales, específicamente de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente para el periodo 2005–2009 y de la Secretaría de Energía de Honduras para los años 2010-2022, asegurando el uso de información verificable y alineada con los registros energéticos del país. Este enfoque, basado en metodologías Nivel 1 y factores no específicos del país, permitió elaborar una estimación

coherente del comportamiento histórico del consumo energético industrial y sus emisiones asociadas.

Tabla 3-19. 1.A.2. Industrias manufactureras y construcción: Aspectos metodológicos.

Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nivel1	Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. Capítulo 2 Volumen 2 IPCC 2006 Emisiones de GEI = Consumo de combustible * Factor de emisión	Para la categoría de industrias manufactureras y construcción fueron proyectados y empleados datos oficiales de acuerdo con lo descrito a continuación: Diésel oil: Proyectado: 1990-2005. Dato de entrada: 2006 – 2022. Fuel Oil: Proyectado: 1990-2005. Dato de entrada: 2005 – 2022. Carbón: Proyectado: 1990-2004 y 2016-2020 Dato de entrada: 2005 – 2015 y 2021-2022 Bagazo: Proyectado: 1990-2005. Dato de entrada: 2005 – 2022. Leña: Proyectado: 1990-2004. 2009 y 2014 Dato de entrada: 2005 – 2022. Gasolina: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022. GLP: Proyectado: 1990-2004. 2009, 2014 y 2015. Dato de entrada: 2005 – 2022. Querosene: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022. Petróleo Coque: Proyectado: 1990-2004. Dato de entrada: 2005 – 2022.	Para determinar las emisiones de la categoría fueron empleados datos oficiales de consumo registrados para las series de tiempo descritas y entregadas por parte de la Secretaría de Recursos Naturales y Secretaría de Energía de Honduras. De igual forma se hizo la proyección de algunos datos de actividad para poder completar la serie de tiempo de 1990 a 2022.

3.2.7.2.1. Datos de actividad de la subcategoría

Para la categoría Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) se utilizaron los datos de actividad energética correspondientes al periodo 1990-2022, los cuales abarcan los principales combustibles consumidos por el sector industrial en Honduras. Estos insumos energéticos incluyen carbón coque, fuelóleo residual, diésel, gasolina, GLP, leña, bagazo, queroseno y petróleo coque, todos expresados en terajulios (TJ) y recopilados a partir de registros oficiales

nacionales. La información disponible refleja la evolución del consumo energético industrial a lo largo de más de tres décadas, permitiendo identificar tanto las variaciones en la estructura de combustibles como los cambios asociados a la dinámica productiva del país.

En términos generales, los datos muestran un incremento progresivo en el consumo de combustibles líquidos como diésel y fuelóleo, así como una utilización constante de biomasa (leña y bagazo), especialmente en industrias de alimentos. De igual forma, se observa un crecimiento notable en el uso de petróleo coque a partir de inicios de la década de 2000, lo cual incide directamente en las emisiones estimadas del subsector.

Tabla 3-20. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: datos de actividad por combustible o fuente de GEI (TJ).

Año	Carbón Coque (TJ)	Fuelóleo residual (TJ)	Diesel Oil (TJ)	Gasolina (TJ)	GLP (TJ)	Madera (TJ)	Otra Biomasa Solida (Bagazo) (TJ)	Querosene (TJ)	Petróleo Coque (TJ)
1990	0.01	3,812.80	1,860.75	107.25	41.67	867.87	2,964.42	4,962.91	11.79
1991	0.02	4,024.58	1,923.50	116.17	49.38	938.37	3,239.16	4,265.82	17.02
1992	0.05	4,255.40	1,990.57	125.85	58.50	1,017.20	3,513.90	3,666.62	24.57
1993	0.10	4,507.12	2,062.40	136.35	69.31	1,105.61	3,788.64	3,151.55	35.43
1994	0.22	4,781.69	2,139.54	147.74	82.11	1,205.05	4,063.38	2,708.81	51.03
1995	0.46	5,080.99	2,222.58	160.11	97.27	1,317.22	4,338.12	2,328.25	73.36
1996	0.98	5,406.71	2,312.23	173.53	115.21	1,444.07	4,612.86	2,001.14	105.21
1997	2.07	5,760.13	2,409.32	188.09	136.45	1,587.87	4,887.60	1,719.97	150.38
1998	4.37	6,141.73	2,514.81	203.91	161.59	1,751.20	5,162.34	1,478.29	213.96
1999	9.25	6,550.67	2,629.84	221.08	191.35	1,936.97	5,437.08	1,270.56	302.46
2000	19.54	6,984.03	2,755.77	239.73	226.56	2,148.31	5,711.82	1,092.01	423.82
2001	41.16	7,435.85	2,894.21	259.98	268.24	2,388.53	5,986.56	938.55	586.87
2002	86.33	7,895.81	3,047.14	281.98	317.55	2,660.78	6,261.30	806.64	800.01
2003	179.37	8,347.93	3,216.96	305.88	375.90	2,967.67	6,536.04	693.27	1,068.90
2004	365.93	8,769.30	3,406.62	331.85	444.94	3,310.43	6,810.78	595.82	1,393.35
2005	947.78	8,035.18	11,719.18	2,161.81	954.26	3,735.71	1,619.95	1,467.33	2,603.18
2006	1,776.67	10,332.06	11,379.43	3,725.12	1,140.14	3,921.53	5,766.09	1,549.92	2,086.37
2007	1,913.82	10,604.27	5,498.87	884.65	1,107.71	4,117.70	1,443.89	2,944.77	1,890.73
2008	3,143.68	10,286.24	7,407.87	1,575.32	1,170.31	4,323.15	7,909.74	756.36	2,050.07
2009	195.99	7,669.97	7,454.46	1,806.12	1,032.37	5,340.38	7,691.09	915.35	3,288.92
2010	4,817.86	6,806.79	3,260.96	379.36	1,066.13	4,602.86	8,459.22	2,648.66	3,644.18
2011	4,857.69	8,514.67	4,325.77	440.05	1,171.18	6,928.03	9,331.60	461.85	4,990.26
2012	6,845.88	8,908.39	4,214.76	632.26	1,338.49	6,897.08	9,368.88	350.56	4,984.79
2013	5,478.36	7,668.00	5,101.33	658.72	1,595.80	6,866.14	9,237.07	173.11	4,100.93
2014	4,999.93	5,061.67	8,235.34	2,703.75	2,389.95	5,820.61	9,140.10	95.82	2,917.85
2015	5,151.27	4,826.56	11,352.24	1,117.84	2,826.02	5,382.74	4,252.88	64.10	4,267.05
2016	5,588.07	5,555.85	7,070.78	1,075.45	3,042.16	5,141.62	11,152.57	9.96	4,316.80
2017	5,593.52	1,820.62	6,189.17	765.29	4,459.82	3,517.02	3,335.27	6.58	3,432.01
2018	5,596.11	819.74	6,196.02	462.34	3,303.86	3,878.48	2,361.17	5.06	4,687.95
2019	5,597.34	2,951.83	5,487.80	502.84	1,007.88	3,828.81	2,294.20	18.09	4,899.17
2020	5,597.93	2,862.15	6,061.11	1,081.73	1,085.80	3,894.35	1,502.55	45.30	4,406.41
2021	5,598.21	1,354.24	6,419.34	1,351.98	1,163.72	3,153.37	3,020.09	45.31	4,414.91

Año	Carbón Coque (TJ)	Fuelóleo residual (TJ)	Diesel Oil (TJ)	Gasolina (TJ)	GLP (TJ)	Madera (TJ)	Otra Biomasa Solida (Bagazo) (TJ)	Querosene (TJ)	Petróleo Coque (TJ)
2022	5,598.34	1,014.23	7,159.63	1,470.15	1,241.63	2,826.61	3,287.50	38.94	4,420.84

3.2.7.2.2 Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Para la categoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, todos los factores de emisión empleados corresponden a los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, Volumen 2: Energía. Específicamente, los factores de emisión de CO₂ provienen de los cuadros 2.2 y 2.3, los cuales se basan en el contenido de carbono por unidad de energía de cada combustible (kg CO₂.TJ). Para los gases CH₄ y N₂O, los valores utilizados provienen del Cuadro 2.5, que establece factores de emisión por defecto diferenciados por tipo de combustible y por categoría de combustión estacionaria industrial.

Los combustibles considerados incluyen gasolina, diésel, queroseno, fuelóleo residual, GLP, petróleo coque, carbón coque, leña y bagazo, tal como se presenta en la Tabla 3-21 (1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión aplicados por fuente de GEI). La selección de estos factores se basa en la ausencia de información país específica sobre composición de combustibles, eficiencia de combustión o tecnologías utilizadas en las industrias hondureñas, lo que hace necesario aplicar metodologías Nivel 1, garantizando coherencia y comparabilidad internacional en toda la serie temporal.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Gasolina	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Querosene	CO ₂	71,900	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.6	kg N ₂ O .TJ
Diésel	CO ₂	74,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,6	kg N ₂ O .TJ
Fuelóleo residual	CO ₂	77,400	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,6	kg N ₂ O .TJ
GLP	CO ₂	63,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	1	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,1	kg N ₂ O .TJ
Petróleo Coque	CO ₂	97,500	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,6	kg N ₂ O .TJ
Carbón Coque	CO ₂	94,600	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	10	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	1.5	kg N ₂ O .TJ
Leña	CO ₂	112,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	30	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4	kg N ₂ O .TJ
Bagazo	CO ₂	100,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	30	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4	kg N ₂ O .TJ

Tabla 3-21. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

3.2.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Para la estimación de esta categoría, no fueron aplicadas flexibilidades.

3.2.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la subcategoría

En la Tabla 3-22 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada fue de ± 60.73 %, mientras que en 2022 disminuyó a ± 16.39 %, lo que corresponde a una reducción absoluta de 44.34 puntos porcentuales y relativa del 73.01 %. El cambio más notable ocurre en los primeros cinco años, donde la incertidumbre pasa de ± 60.73 % en 1990 a ± 38.50 % en 1995, registrando una disminución de 22.23 puntos (equivalente a una reducción relativa del 36.61 %), la mayor variación entre dos períodos consecutivos.

En términos de gases individuales, la mejora es especialmente significativa para CH_4 , cuya incertidumbre se redujo de ± 126.02 % en 1990 a ± 21.56 % en 2022, representando una disminución de 104.46 puntos porcentuales y del 82.89 %. Este comportamiento muestra una mejora continua después del año 2000, cuando la incertidumbre cae de niveles superiores al 90 % hasta estabilizarse por debajo del 35 % en los años posteriores. Para CO_2 , gas dominante en esta subcategoría, la incertidumbre también presenta una tendencia decreciente, pasando de ± 61.46 % a ± 16.56 % entre 1990 y 2022, con reducciones particularmente marcadas entre 1990 y 2005. En el caso de N_2O , aunque la incertidumbre disminuye de ± 143.96 % a ± 42.19 % (-101.77 puntos), su comportamiento es más variable, con incrementos puntuales en 2020 y 2022 que contrastan con las mejoras observadas entre 2005 y 2015.

Tabla 3-22 Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO_2 eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 1.A.2.	Agregado	810.94	60.73
1995	Total 1.A.2.	Agregado	762.94	38.50
2000	Total 1.A.2.	Agregado	915.12	35.22
2005	Total 1.A.2.	Agregado	2,166.50	21.56
2010	Total 1.A.2.	Agregado	1,895.77	19.64
2015	Total 1.A.2.	Agregado	2,405.73	17.14

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	Total 1.A.2.	Agregado	1,794.20	18.09
2022	Total 1.A.2.	Agregado	1,771.60	16.39
1990	1.A.2.	CH ₄	4.12	126.02
1995	1.A.2.	CH ₄	5.58	99.91
2000	1.A.2.	CH ₄	7.58	57.76
2005	1.A.2.	CH ₄	6.97	34.87
2010	1.A.2.	CH ₄	13.76	32.44
2015	1.A.2.	CH ₄	11.43	32.08
2020	1.A.2.	CH ₄	7.35	27.68
2022	1.A.2.	CH ₄	7.92	21.56
1990	1.A.2.	CO ₂	801.04	61.46
1995	1.A.2.	CO ₂	749.79	39.15
2000	1.A.2.	CO ₂	897.36	35.90
2005	1.A.2.	CO ₂	2,149.31	21.73
2010	1.A.2.	CO ₂	1,863.56	19.97
2015	1.A.2.	CO ₂	2,378.52	17.34
2020	1.A.2.	CO ₂	1,776.58	18.27
2022	1.A.2.	CO ₂	1,752.69	16.56
1990	1.A.2.	N ₂ O	5.77	143.96
1995	1.A.2.	N ₂ O	7.57	90.73
2000	1.A.2.	N ₂ O	10.17	76.44
2005	1.A.2.	N ₂ O	10.21	45.27
2010	1.A.2.	N ₂ O	18.45	41.42
2015	1.A.2.	N ₂ O	15.78	33.26
2020	1.A.2.	N ₂ O	10.27	34.90
2022	1.A.2.	N ₂ O	10.98	42.19

3.2.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la subcategoría

Con el fin de validar y fortalecer las estimaciones realizadas para la categoría Industrias manufactureras y de la construcción, el equipo técnico, en coordinación con el equipo nacional de Honduras, desarrolló un proceso sistemático de revisión y verificación conforme a las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006). Como parte de este proceso, se identificaron los vacíos de información que afectaban la exhaustividad del inventario, en particular para subsectores de alta relevancia como industrias de alimentos, construcción entre otros, donde la falta de datos completos generaba incertidumbres y estimaciones parciales. Asimismo, se validaron las fuentes oficiales de

información energética con el apoyo de un experto del sector, con el propósito de evaluar la coherencia de las tendencias de los datos de actividad y garantizar la consistencia temporal de la serie histórica.

De igual forma, se revisaron los factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, evaluando su aplicabilidad a las condiciones nacionales y confirmando su pertinencia ante la ausencia de factores país-específicos. Paralelamente, se verificaron las ecuaciones utilizadas en cada categoría y subcategoría, asegurando su correspondencia con el nivel metodológico adoptado por el país y su correcta implementación en los cálculos. Este conjunto de acciones incluyó también la revisión cruzada de parámetros y datos de entrada, la comparación con métodos alternativos cuando fue pertinente y la documentación clara de las decisiones metodológicas, fortaleciendo la transparencia, trazabilidad y robustez del inventario del sector.

3.2.8. Transporte (CRT 1.A.3.)

3.2.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

El sector Transporte constituye una de las principales fuentes de emisiones en Honduras, con una participación del 39.01 % del total nacional. Dentro de este sector, la subcategoría transporte terrestre es la que aporta la mayor proporción de emisiones. De acuerdo con las Directrices del IPCC (2006), esta categoría incluye las emisiones generadas por todas las actividades de transporte, independientemente del sector económico al que estén asociadas.

Para Honduras, las estimaciones abarcan tres subcategorías. La primera corresponde a 1.A.3.a. Aviación doméstica, que considera las emisiones derivadas de los vuelos que operan íntegramente dentro del territorio nacional. En 2022, esta subcategoría representó el 3.48 % de las emisiones del sector. Las emisiones pasaron de 262.33 kt CO₂ eq en 1990 a 166.16 kt CO₂ eq en 2022, lo que refleja una variación compuesta de 1.42 % a lo largo del período. La contribución relativamente baja se explica en parte porque una proporción importante del tráfico aéreo del país corresponde a vuelos internacionales (Oxford Economics, 2018).

La segunda subcategoría, y la de mayor peso relativo, es 1.A.3.b. Transporte terrestre, que en 2022 aportó el 91.77 % de las emisiones del sector. Las emisiones aumentaron de 1,165.72 kt

CO₂ eq en 1990 a 4,383.65 kt CO₂ eq en 2022, equivalente a una variación compuesta de 4.23 %, impulsada principalmente por el crecimiento del parque automotor y el aumento en el consumo de combustibles (INE, 2021). En esta categoría se evidencian reducciones puntuales en 2005 y 2006, asociadas al incremento del precio internacional de los combustibles (CEPAL, 2018), considerando que Honduras importa el 100 % de los combustibles derivados del petróleo.

La tercera subcategoría es 1.A.3.d. Transporte marítimo y fluvial, con una participación del 4.75 % en 2022, atribuida principalmente al consumo de fuel oil. Las emisiones pasaron de 0.36 kt CO₂ eq en 1990 a 226.75 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa una variación compuesta de 22.31 %.

Finalmente, dentro del sector se observan disminuciones asociadas a eventos extraordinarios, como en 2020, cuando las emisiones se redujeron a 3,803.26 kt CO₂ eq, reflejando los efectos de la emergencia sanitaria global, tal como se evidencia en la Figura 3-8.

Tabla 3-23. 1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1.A.3.a. Aviación Civil	262.33	246.87	231.45	224.49	201.69	246.82	82.89	168.52	166.16
1.A.3.b. Transporte terrestre	1,165.72	1,651.19	2,136.70	2,214.78	2,993.60	3,745.81	3,524.11	4,258.19	4,383.65
1.A.3.d. Navegación Marítima y Fluvial	0.36	0.45	0.60	0.89	2.37	19.26	196.26	211.51	226.75
Total 1.A.3. Transporte	1,428.41	1,898.52	2,368.75	2,440.16	3,197.67	4,011.89	3,803.26	4,638.21	4,776.56

De manera general, las emisiones del sector Transporte (1.A.3.) en Honduras muestran un crecimiento sostenido a lo largo del periodo 1990-2022, lo que refleja la expansión progresiva de la actividad de movilidad en el país. El incremento en el uso de combustibles fósiles, particularmente en el transporte terrestre, impulsa la tendencia ascendente observada, con un aumento de las emisiones desde valores cercanos a 1,400 kt CO₂ eq en 1990 hasta aproximadamente 4,700 kt CO₂ eq en 2022. Aunque se presentan algunas oscilaciones en años específicos, la trayectoria global evidencia una mayor demanda de transporte y una fuerte dependencia de los combustibles convencionales, posicionando a este sector como uno de los principales emisores dentro del inventario nacional.

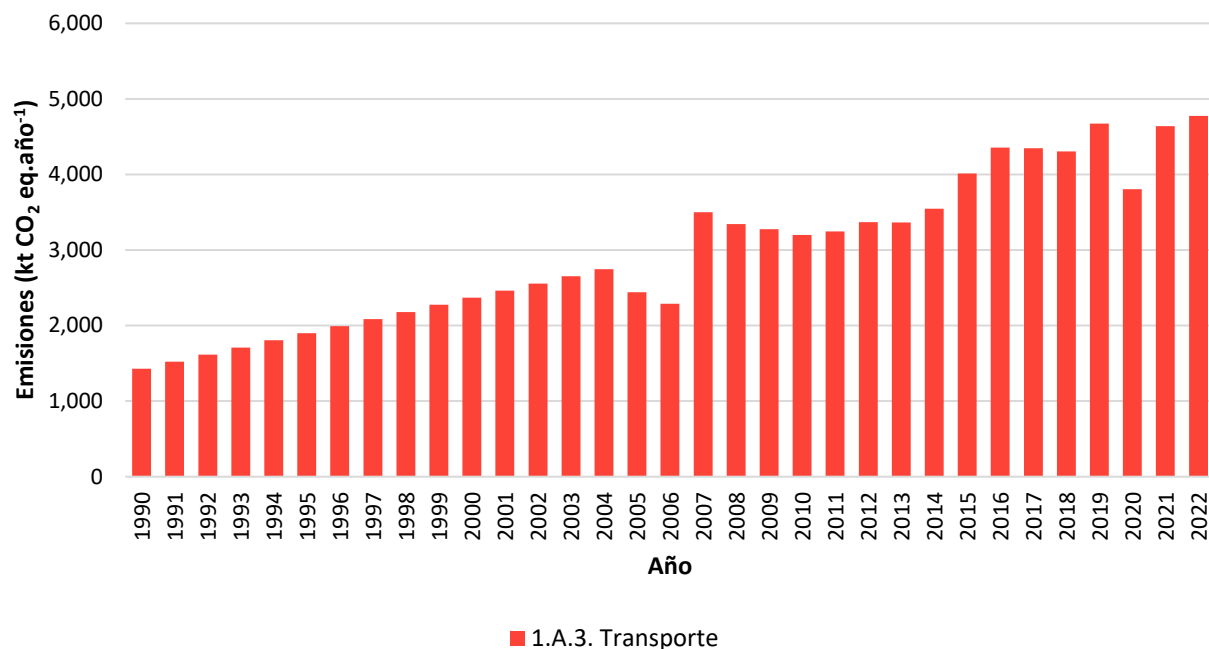


Figura 3-8. 1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq. año⁻¹).

3.2.8.2. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector Transporte en Honduras se utilizaron los factores de emisión por defecto del IPCC 2006, debido a que el país no cuenta con valores propios ni con información detallada sobre la composición de los combustibles o las tecnologías vehiculares en circulación. Los factores aplicados corresponden al Nivel 1, incluidos en el Volumen 2 del IPCC, que establecen los valores por defecto para CO₂, CH₄ y N₂O según tipo de combustible y modalidad de transporte.

El uso de estos factores internacionales se justifica en la ausencia de información país-específica, como mediciones nacionales de emisiones vehiculares, caracterización tecnológica del parque automotor o análisis propios del contenido energético y químico de los combustibles. En consecuencia, Honduras emplea exclusivamente valores no país-específicos, lo que garantiza consistencia metodológica y comparabilidad internacional, pero también evidencia la necesidad de fortalecer las capacidades nacionales para avanzar hacia factores de emisión propios en el futuro.

Tabla 3-24. 1.A.3. Transporte: Aspectos metodológicos.

Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
1.A.3. Transporte	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nivel 1	Ecuación 3.2.1 Nivel 1. Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte terrestre Capítulo 2 Volumen 2 IPCC 2006. Emisiones de GEI = Consumo de combustible * Factor de emisión Ecuación 3.6.1 Nivel 1. Emisiones de gases de efecto invernadero para la aviación Capítulo 2 Volumen 2 IPCC 2006.	Para la categoría de Transporte fueron proyectados y empleados datos oficiales de acuerdo con lo descrito a continuación: Jet Kerosene: Proyectado: 1990-2005. Dato de entrada: 2006 – 2022. Otro petróleo: Proyectado: 1990-1999, 2015-2022 y 2011 Dato de entrada: 2000 – 2014. Gasolina: Proyectado: 1990-2004, Dato de entrada: 2005 – 2022. Diesel: Proyectado: 1990-2010, Dato de entrada: 2011 – 2022. Fuel Oil: Proyectado: 1990-2010, Dato de entrada: 2011 – 2022.	Para determinar las emisiones de la categoría fueron empleados datos oficiales de consumo registrados para las series de tiempo descritas y entregadas por parte de la Secretaría de Recursos Naturales y Secretaría de Energía de Honduras. De igual forma se hizo la proyección de algunos datos de actividad para poder completar la serie de tiempo de 1990 a 2022. En cuanto a las emisiones provenientes del sector de aviación se realiza el ajuste de los datos de actividad para la serie de 2006-2010.

3.2.8.2.1. Datos de actividad de la subcategoría

Los datos de actividad utilizados para la categoría 1.A.3. Transporte corresponden al consumo energético de combustibles como diésel, gasolina, jet-kerosene, fuelóleo y otros derivados del petróleo para el periodo 1990-2022. La información proviene de los registros oficiales de la Secretaría de Energía de Honduras, complementados para los primeros años con datos históricos de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Dado que Honduras no emplea biomásas con fines energéticos en el transporte, esta fuente se clasifica como “No ocurre”. Para garantizar la continuidad y coherencia de la serie temporal se aplicaron técnicas de empalme y ajustes básicos cuando se identificaron cambios metodológicos o discontinuidades entre fuentes, priorizando siempre la consistencia interna del inventario.

La selección de estas fuentes responde a que constituyen la única información nacional oficial y continua disponible para el sector. No obstante, persisten brechas como la ausencia de datos desagregados por tipo de vehículo, falta de estadísticas sobre uso final, y limitaciones para acceder a ciertos datos con restricciones institucionales, por lo que se reportan únicamente

valores agregados para preservar la confidencialidad. Sin embargo, el país viene adelantando los esfuerzos técnicos que permitan mejorar la estimación de esta categoría.

Tabla 3-25. 1.A.3. Transporte: datos de actividad por combustible (TJ).

Año	Fuelóleo residual (TJ)	Gas / Diesel Oil (TJ)	Gasolina (TJ)	GLP (TJ)	Jet Kerosene (TJ)	Otro petróleo (TJ)
1990	4.65	12,590.28	3,068.96	4.20	3,636.89	4.48
1991	4.84	13,104.34	3,890.73	4.34	3,594.05	4.40
1992	5.05	13,618.40	4,712.51	4.49	3,551.22	4.32
1993	5.27	14,132.47	5,534.29	4.66	3,508.38	4.24
1994	5.52	14,646.53	6,356.07	4.84	3,465.54	4.15
1995	5.79	15,160.59	7,177.84	5.03	3,422.70	4.07
1996	6.09	15,674.65	7,999.62	5.24	3,379.86	3.99
1997	6.42	16,188.72	8,821.40	5.46	3,337.02	3.91
1998	6.79	16,702.78	9,643.17	5.71	3,294.18	3.82
1999	7.20	17,216.84	10,464.95	5.98	3,251.34	3.74
2000	7.67	17,730.91	11,286.73	6.28	3,208.50	4.22
2001	8.20	18,244.97	12,108.51	6.61	3,165.66	4.82
2002	8.81	18,759.03	12,930.28	6.97	3,122.82	3.02
2003	9.52	19,273.09	13,752.06	7.38	3,079.98	2.81
2004	10.36	19,787.16	14,573.84	7.83	3,037.15	2.41
2005	11.35	18,001.55	12,096.95	8.35	3,114.89	1.17
2006	12.55	16,736.64	11,389.55	8.94	3,045.72	3.78
2007	14.04	26,902.09	17,734.75	9.62	2,976.54	3.62
2008	15.92	23,979.27	18,670.74	10.42	2,907.36	3.30
2009	18.39	22,456.85	19,378.14	11.35	2,838.19	4.42
2010	30.37	21,911.31	18,912.20	12.47	2,796.84	2.81
2011	24.30	21,723.88	20,277.88	23.35	2,292.54	2.75
2012	18.22	23,182.29	20,525.73	11.67	2,253.59	28.14
2013	94.34	23,426.36	20,165.24	8.72	2,227.44	0.80
2014	170.46	24,184.79	21,048.74	20.59	2,972.01	3.62
2015	246.58	27,070.63	24,032.45	13.97	3,423.60	2.42
2016	1,402.68	30,579.83	24,788.49	7.83	2,551.09	2.34
2017	2,838.76	28,015.55	26,090.64	25.29	2,211.07	2.26
2018	1,278.26	28,048.76	27,082.33	18.72	2,344.74	2.17
2019	2,574.36	28,185.37	30,281.13	307.15	2,460.87	2.09
2020	2,512.15	22,101.88	25,370.67	893.22	1,148.53	2.01
2021	2,707.28	28,526.23	28,544.05	1,280.87	2,337.20	1.93
2022	2,902.39	29,040.29	29,365.83	1,718.13	2,304.59	1.85

3.2.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Para la estimación de las emisiones del sector Transporte, Honduras empleó los factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, específicamente los incluidos en el Volumen 2: Energía, Cuadro 3.2.1 para CO₂ (factores por tipo de combustible) y los Cuadros 3.2.2 y 3.2.3 para CH₄ y N₂O asociados a la combustión en transporte por carretera. Estos factores fueron seleccionados debido a la ausencia de información nacional detallada sobre la composición de los combustibles, las tecnologías vehiculares y las condiciones de operación que permitan desarrollar mejores niveles de estimación como Nivel 2 o 3. Su uso garantiza consistencia metodológica y comparabilidad internacional con otros inventarios.

Asimismo, no se identificaron estudios nacionales, mediciones directas, literatura técnica o modelos propios que permitieran la generación de factores de emisión específicos para Honduras, lo que constituye una brecha técnica relevante y una barrera para el fortalecimiento futuro del inventario. Por ello, todas las emisiones del sector Transporte fueron estimadas utilizando exclusivamente los valores por defecto del IPCC, documentando claramente su fuente y las limitaciones asociadas.

Tabla 3-26. 1.A.3. Transporte: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Jet Kerosene	CO ₂	71,500	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	0.5	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	2.00	kg N ₂ O .TJ
Avgas	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	0.50	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	2.00	kg N ₂ O .TJ
Gasolina	CO ₂	69,300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	33.00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	3.20	kg N ₂ O .TJ
Diesel	CO ₂	74,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	3.90	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	3.90	kg N ₂ O .TJ
GLP	CO ₂	63,100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	62.00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.20	kg N ₂ O .TJ
Fuelóleo residual	CO ₂	77.400	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	7,00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	2,00	kg N ₂ O .TJ

3.2.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Para la estimación de esta categoría no fueron empleadas flexibilidades

3.2.8.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la subcategoría

En la Tabla 3-27 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.3. Transporte entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada fue de ± 71.66 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 20.44 %, equivalente a una reducción relativa del 71.47 %. Aunque se observa un incremento puntual en 1995 (± 74.55 %), la tendencia general muestra una disminución sostenida, con un punto de inflexión relevante a partir de 2005, cuando los valores empiezan a descender de manera más marcada y se aproximan a niveles estables después de 2010.

En cuanto a los gases individuales, CO₂ refleja la tendencia más representativa de la categoría, pasando de ± 72.75 % en 1990 a ± 20.83 % en 2022 (-51.92 puntos). Este comportamiento coincide con mejoras en la caracterización del parque automotor, el registro del consumo de combustibles y la disponibilidad de factores de emisión más específicos. CH₄, por su parte, muestra una reducción significativa entre 2000 y 2005 (de ± 89.11 % a ± 45.39 %), aunque en los años más recientes mantiene valores cercanos al 40 %, finalizando en ± 40.08 % en 2022, lo que representa una disminución global del 62.13 % respecto a 1990. El comportamiento de N₂O es más irregular, si bien la incertidumbre baja de ± 134.37 % en 1990 a ± 57.27 % en 2022, presenta fluctuaciones intermedias, especialmente después de 2015, indicando variabilidad en la representatividad de los datos para este gas.

Tabla 3-27. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.3. Transporte.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 1.A.3.	Agregado	1,428.41	71.66
1995	Total 1.A.3.	Agregado	1,898.52	74.55
2000	Total 1.A.3.	Agregado	2,368.75	58.61
2005	Total 1.A.3.	Agregado	2,440.16	51.01
2010	Total 1.A.3.	Agregado	3,197.67	25.97
2015	Total 1.A.3.	Agregado	4,011.89	26.56
2020	Total 1.A.3.	Agregado	3,803.26	26.40
2022	Total 1.A.3.	Agregado	4,776.56	20.44
1990	1.A.3.	CH ₄	4.27	105.84
1995	1.A.3.	CH ₄	8.35	92.73
2000	1.A.3.	CH ₄	12.42	89.11
2005	1.A.3.	CH ₄	13.20	45.39

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2010	1.A.3.	CH ₄	19.93	40.01
2015	1.A.3.	CH ₄	25.28	36.93
2020	1A.3.	CH ₄	27.92	37.97
2022	1.A.3.	CH ₄	33.89	40.08
1990	1.A.3.	CO ₂	1,406.59	72.75
1995	1.A.3.	CO ₂	1,866.59	75.81
2000	1.A.3.	CO ₂	2,326.72	59.66
2005	1.A.3.	CO ₂	2,396.43	51.93
2010	1A.3.	CO ₂	3,137.55	26.45
2015	1.A.3.	CO ₂	3,936.30	27.07
2020	1.A.3.	CO ₂	3,729.00	26.92
2022	1.A.3.	CO ₂	4,684.90	20.83
1990	1.A.3.	N ₂ O	17.55	134.37
1995	1.A.3.	N ₂ O	23.57	124.72
2000	1.A.3.	N ₂ O	29.60	92.92
2005	1.A.3.	N ₂ O	30.52	67.72
2010	1.A.3.	N ₂ O	40.18	54.90
2015	1.A.3.	N ₂ O	50.30	47.11
2020	1.A.3.	N ₂ O	46.35	45.61
2022	1.A.3.	N ₂ O	57.77	57.27

3.2.8.5. Actividades de control de calidad específicos de la subcategoría

Con el fin de validar las estimaciones realizadas para el sector energía, el equipo técnico, en coordinación con el equipo nacional de Honduras, efectuó revisiones sistemáticas de los cálculos desarrollados, enmarcando estas acciones dentro de las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006). Como parte de este proceso, se identificaron los vacíos de información que afectaban la exhaustividad del inventario, especialmente en subsectores de alta relevancia como transporte terrestre y aviación, donde la ausencia de datos completos podía generar estimaciones parciales. Adicionalmente, se revisaron los consumos y tipos de combustibles utilizados en la serie de tiempo 1990-2022, asegurando su correcta desagregación por categoría y subcategoría.

De manera complementaria, se realizó la validación de las principales fuentes de información del sector energía con un experto, lo que permitió evaluar la coherencia y las tendencias de los datos de actividad, incluyendo la verificación específica de las proyecciones históricas entre 1990 y

2006. Asimismo, se revisaron los factores de emisión por defecto establecidos por el IPCC en sus Directrices de 2006, evaluando su aplicabilidad a las circunstancias nacionales, y se examinaron las ecuaciones empleadas para cada categoría y subcategoría conforme al nivel metodológico adoptado por el país. Todo este proceso incluyó la verificación interna de la consistencia de los resultados, la revisión cruzada de parámetros, la evaluación de la coherencia temporal y la documentación clara y transparente de las decisiones metodológicas aplicadas, fortaleciendo así la robustez y trazabilidad del inventario.

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

3.2.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

De acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, la categoría 1.A.4. Otros Sectores comprende las emisiones derivadas de la quema de combustibles en hogares (1.A.4.b.) y en edificios comerciales e institucionales (1.A.4.a.). En Honduras, esta categoría representó el 11.65 % de las emisiones totales del sector energético, reflejando la importancia del consumo energético residencial y comercial dentro de la estructura nacional de demanda.

A lo largo de la serie histórica, las emisiones de esta subcategoría mostraron una variación compuesta de 2.17 %, pasando de 614.05 kt CO₂ eq en 1990 a 1,221.63 kt CO₂ eq en 2022. Este comportamiento está estrechamente vinculado al uso de combustibles como leña, GLP, madera y otros energéticos utilizados principalmente para cocción y calefacción. En particular, la evolución de las emisiones depende de factores como la disponibilidad de biomasa, las condiciones socioeconómicas de los hogares, la sustitución gradual hacia combustibles más limpios y los cambios en la demanda energética, especialmente en zonas rurales donde la leña continúa siendo una fuente fundamental (CEPAL, 2018). En conjunto, estas dinámicas explican las fluctuaciones y tendencias observadas en esta categoría a lo largo del tiempo.

Tabla 3-28. 1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
1.A.4.a. Comercial e Institucional	285,56	221,45	187,29	227,24	178,65	255,76	374,37	493,07	544,99
1.A.4.b Residencial	328,49	384,00	486,43	662,35	822,92	941,68	780,55	687,48	676,65

Total	614,05	605,44	673,72	889.59	1,001.57	1,197.44	1,154.92	1,180.55	1,221.63

Las emisiones de GEI de la categoría 1.A.4. Otros Sectores muestran una tendencia general creciente entre 1990 y 2022, impulsadas principalmente por el aumento sostenido del consumo energético en los hogares (1.A.4.b.), especialmente por el uso de leña y otros combustibles sólidos. Aunque el subsector comercial e institucional (1.A.4.a.) presenta una reducción significativa después del 2016 y posteriormente presenta un crecimiento hasta el año 2022, la contribución residencial mantiene la categoría en ascenso. En los años más recientes se observan fluctuaciones asociadas a la actividad económica y a variaciones en la disponibilidad y uso de biomasa, pero la tendencia global refleja un crecimiento continuo de la demanda energética residencial y su peso predominante en las emisiones del sector.

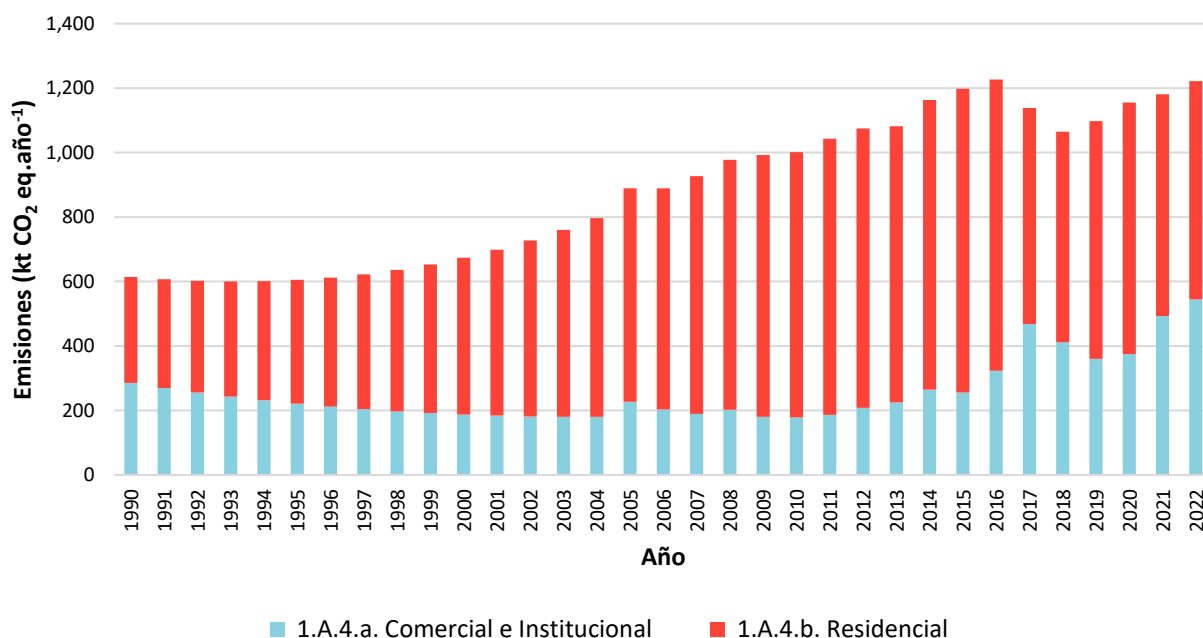


Figura 3-9. 1.A.4. Otros Sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq. año⁻¹).

3.2.9.2. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la categoría 1.A.4. Otros Sectores, que comprende las emisiones derivadas del consumo de combustibles en hogares (1.A.4.b.) y en edificios comerciales e institucionales (1.A.4.a.), la

estimación de GEI se realizó utilizando un enfoque de Nivel 1, de acuerdo con lo establecido en las Directrices del IPCC 2006. Este nivel metodológico se seleccionó porque Honduras no dispone de información técnica detallada que permita adoptar metodologías de mayor complejidad, y porque los datos disponibles no incluyen especificaciones sobre tecnologías de combustión, eficiencia de equipos o diferenciación por tipo de instalación. El uso de Nivel 1 garantiza la coherencia metodológica en toda la serie temporal y asegura la comparabilidad internacional del inventario.

Tabla 3-29. 1.A.4. Otros Sectores: Aspectos metodológicos.

Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
1.A.4. Otros sectores	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Nivel 1	Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. Capítulo 2 Volumen 2 IPCC 2006 Emisiones de GEI = Consumo de combustible * Factor de emisión	Para la categoría de otros sectores fueron proyectados y empleados datos oficiales de acuerdo con lo descrito a continuación: Diesel: Proyectado: 1990-2004, Dato de entrada: 2005 – 2022. GLP: Proyectado: 1990-2004, Dato de entrada: 2005 – 2022. Fuel Oil: Proyectado: 1990-2004, 2008-2022 Dato de entrada: 2005 – 2007. Gasolina: Proyectado: 1990-2004, 2006, 2012, 2015 y 2016 Dato de entrada: 2005 – 2011, 2013-2014, 2017-2022 Madera/Desechos de madera: 1.A.4.a. Proyectado: 1990-2014, Dato de entrada: 2015 – 2022. 1.A.4.b. Proyectado: 1990-2004, Dato de entrada: 2005 – 2022. Queroseno: Proyectado: 1990-2004, Dato de entrada: 2005 – 2022. Carbón Vegetal: Proyectado: 1990-2009, Dato de entrada: 2010 – 2022.

3.2.9.2.1. Datos de actividad de la subcategoría

Los datos de actividad utilizados para la categoría 1.A.4. Otros Sectores corresponden al consumo de carbón vegetal, fuelóleo residual, diésel, gasolina, GLP, leña y kerosene para el periodo 1990-2022. La información proviene de los registros oficiales de la Secretaría de Energía de Honduras, complementados en los primeros años con datos históricos de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Estos datos se presentan en unidades energéticas (TJ) y permiten caracterizar tanto combustibles fósiles como biomasa utilizada con fines energéticos.

La selección de estas fuentes oficiales responde a que constituyen la única información energética nacional continua y disponible públicamente para este sector. No obstante, existen brechas importantes, como la falta de datos por tipo de tecnología, eficiencia de combustión o desagregación por usos específicos. En casos donde existieron valores sensibles o con restricciones de difusión, se trabajó únicamente con información agregada, preservando criterios de confidencialidad institucional.

Tabla 3-30. 1.A.4. Otros sectores: datos de actividad por combustible (TJ).

Año	Carbón vegetal (TJ)	Fuelóleo residual (TJ)	Gas / Diesel Oil (TJ)	Gasolina (TJ)	GLP (TJ)	Leña (TJ)	Querosene (TJ)
1990	91.76	38.91	4.83	2.49	1,068.57	41,662.02	2,048.96
1991	99.60	44.10	5.83	2.90	1,107.12	40,954.27	2,002.41
1992	107.43	49.99	7.03	3.37	1,147.98	40,496.96	1,955.87
1993	115.27	56.67	8.47	3.92	1,191.35	40,295.32	1,909.32
1994	123.11	64.23	10.22	4.56	1,237.43	40,356.99	1,862.78
1995	130.94	72.81	12.32	5.31	1,286.46	40,691.94	1,816.24
1996	138.78	82.53	14.86	6.17	1,338.70	41,312.36	1,769.69
1997	146.61	93.55	17.92	7.18	1,394.44	42,232.37	1,723.15
1998	154.45	106.04	21.61	8.35	1,454.00	43,467.36	1,676.61
1999	162.29	120.20	26.06	9.71	1,517.75	45,032.99	1,630.06
2000	170.12	136.26	31.43	11.30	1,586.09	46,943.46	1,583.52
2001	177.96	154.45	37.90	13.14	1,659.49	49,209.01	1,536.97
2002	185.79	175.07	45.71	15.29	1,738.46	51,832.12	1,490.43
2003	193.63	198.45	55.12	17.78	1,823.60	54,802.39	1,443.89
2004	201.46	224.95	66.47	20.68	1,915.57	58,089.79	1,397.34
2005	209.30	218.25	595.77	44.51	2,174.37	64,485.99	1,054.28
2006	217.14	428.70	203.97	27.98	2,104.57	66,646.86	1,015.43
2007	224.97	231.87	183.86	45.16	2,310.80	68,988.78	1,267.17
2008	232.81	371.38	220.98	9.46	2,486.51	71,512.10	1,332.74
2009	240.64	420.97	25.11	6.19	2,323.30	74,230.28	1,470.07
2010	230.95	477.18	23.43	5.06	2,268.44	75,434.32	1,435.62
2011	259.82	540.90	11.71	5.06	2,486.33	78,299.05	1,385.54
2012	288.69	613.12	52.71	69.33	2,840.41	79,397.92	1,185.22
2013	16.17	694.99	42.29	1.01	3,391.45	80,524.44	667.40
2014	279.82	787.79	255.78	11.13	3,844.57	82,606.34	775.57

Año	Carbón vegetal (TJ)	Fuelóleo residual (TJ)	Gas / Diesel Oil (TJ)	Gasolina (TJ)	GLP (TJ)	Leña (TJ)	Querosene (TJ)
2015	277.14	892.99	21.67	109.14	3,910.97	84,987.53	907.72
2016	13.57	1,012.23	629.26	126.96	4,147.63	81,180.57	850.58
2017	4.33	1,148.14	1,763.56	872.52	4,460.51	55,517.78	822.42
2018	3.30	1,211.74	1,765.79	977.27	2,429.02	61,235.52	631.84
2019	15.90	1,287.95	609.98	97.83	4,988.37	60,459.74	794.75
2020	2.56	1,364.17	1,013.43	418.78	4,918.01	61,486.06	707.55
2021	4.77	1,440.38	1,605.70	270.52	6,378.63	50,999.67	606.10
2022	4.27	1,516.60	1,936.59	314.72	7,173.20	46,824.31	559.56

3.2.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Para la categoría 1.A.4. Otros Sectores, que incluye el consumo energético en hogares y edificaciones comerciales e institucionales, se emplearon factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC 2006, dado que Honduras no cuenta con factores país-específicos para estos combustibles. Los valores utilizados provienen específicamente de los Cuadros 2.2 y 2.5 del Volumen 2: Energía, donde se presentan los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por unidad energética para combustibles como gasolina, diésel, fuelóleo residual, GLP, kerosene, carbón vegetal y leña. Estos factores se aplicaron bajo la metodología Nivel 1.

La selección de estos factores se fundamenta en la ausencia de estudios nacionales, mediciones directas o bases de datos técnicas que permitan definir factores específicos para combustibles fósiles o biomasa utilizada a nivel residencial y comercial. El uso de las tablas del IPCC asegura coherencia metodológica, comparabilidad internacional y cumplimiento de los lineamientos de reporte. No obstante, esta elección también evidencia brechas y barreras, como la falta de información sobre tecnologías de cocción, variaciones en la calidad de la leña o carbón vegetal, y ausencia de mediciones locales que permitan avanzar hacia enfoques Nivel 2.

Tabla 3-31. 1.A.4. Otros Sectores: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Gasolina	CO ₂	69.300	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	10,00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,60	kg N ₂ O .TJ
Diesel	CO ₂	74.100	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	10,00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,60	kg N ₂ O .TJ
Fuelóleo residual	CO ₂	77.400	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	10,00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0,60	kg N ₂ O .TJ
GLP	CO ₂	63.100	kg CO ₂ .TJ

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
	CH ₄	5.00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.10	kg N ₂ O .TJ
Leña	CO ₂	112,000	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	300.00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	4.00	kg N ₂ O .TJ
Querosene	CO ₂	71,900	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	10.00	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	0.60	kg N ₂ O .TJ
Carbón Vegetal	CO ₂	112,000,0	kg CO ₂ .TJ
	CH ₄	200,000	kg CH ₄ .TJ
	N ₂ O	1	kg N ₂ O .TJ

3.2.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la subcategoría

Para la estimación de esta categoría no fueron aplicadas flexibilidades.

3.2.9.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la subcategoría

La incertidumbre para la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, entre 1990 y 2022, muestra la mayor reducción absoluta de incertidumbre entre todas las subcategorías analizadas (ver Tabla 3-32). En 1990, la incertidumbre agregada fue de ± 88.54 %, mientras que en 2022 disminuyó a ± 15.13 %, lo que representa una reducción absoluta de 73.41 puntos porcentuales y relativa del 82.91 %. Esta disminución sostenida se observa de manera consistente a lo largo del tiempo, con reducciones particularmente marcadas durante los primeros quince años del período evaluado.

Al desagregar por gases, la subcategoría muestra mejoras notables. En CH₄, la incertidumbre inicial de ± 143.29 % en 1990 se redujo a ± 33.35 % en 2022, equivalente a -109.94 puntos porcentuales y una reducción relativa del 76.72 %. Para CO₂, la incertidumbre cae de ± 87.54 % a ± 16.00 % (-71.54 puntos), con una tendencia prácticamente continua de mejora, destacándose el descenso acelerado entre 2000 y 2015. En el caso de N₂O, aunque se observa una disminución desde ± 171.15 % en 1990 hasta ± 73.21 % en 2022, equivalente a una reducción del 57.23 %, el comportamiento presenta fluctuaciones, especialmente en los años 2005, 2015 y 2020, lo que indica variabilidad en la representatividad o calidad de los datos para este gas.

Tabla 3-32. Resultados del análisis de incertidumbre para la subcategoría 1.A.4. Otros sectores.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 1.A.4.	Agregado	614.05	88.54
1995	Total 1.A.4.	Agregado	605.44	61.56
2000	Total 1.A.4.	Agregado	673.72	47.52

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2005	Total 1.A.4.	Agregado	889.60	39.35
2010	Total 1.A.4.	Agregado	1,001.57	33.05
2015	Total 1.A.4.	Agregado	1,197.44	26.53
2020	Total 1.A.4.	Agregado	1,154.93	21.35
2022	Total 1.A.4.	Agregado	1,221.63	15.13
1990	1.A.4.	CH ₄	351.21	143.29
1995	1.A.4.	CH ₄	343.26	101.15
2000	1.A.4.	CH ₄	395.99	76.29
2005	1.A.4.	CH ₄	543.69	60.40
2010	1.A.4.	CH ₄	635.80	50.33
2015	1.A.4.	CH ₄	716.54	42.57
2020	1.A.4.	CH ₄	518.17	43.49
2022	1.A.4.	CH ₄	395.56	33.35
1990	1.A.4.	CO ₂	218.29	87.54
1995	1.A.4.	CO ₂	218.68	57.37
2000	1.A.4.	CO ₂	227.60	42.80
2005	1.A.4.	CO ₂	277.13	37.09
2010	1.A.4.	CO ₂	285.38	24.06
2015	1.A.4.	CO ₂	390.33	16.50
2020	1.A.4.	CO ₂	570.90	15.90
2022	1.A.4.	CO ₂	775.56	16.00
1990	1.A.4.	N ₂ O	44.55	171.15
1995	1.A.4.	N ₂ O	43.51	117.88
2000	1.A.4.	N ₂ O	50.13	83.39
2005	1.A.4.	N ₂ O	68.77	93.42
2010	1.A.4.	N ₂ O	80.39	61.65
2015	1.A.4.	N ₂ O	90.57	67.88
2020	1.A.4.	N ₂ O	65.86	64.47
2022	1.A.4.	N ₂ O	50.51	73.21

3.2.9.5. Actividades de control de calidad específicos de la subcategoría

Para garantizar la calidad y exhaustividad de las estimaciones del sector energía, el equipo técnico, junto con el equipo nacional de Honduras, llevó a cabo un proceso integral de revisión y depuración de la información. En esta etapa se identificaron vacíos de datos que podían generar estimaciones incompletas en subsectores clave en los sectores de hogares y comercial e institucional, y se verificaron los consumos y tipos de combustibles utilizados en la serie 1990-2022, asegurando su adecuada desagregación por categoría. Asimismo, se realizó la validación de las principales fuentes de información con un experto del sector, lo que permitió confirmar la

coherencia de las tendencias de los datos de actividad, incluidas las proyecciones para el periodo 1990-2006.

De forma complementaria, se revisaron los factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC 2006, evaluando su pertinencia respecto a las condiciones nacionales, y se examinaron las ecuaciones aplicadas para cada categoría y subcategoría según el nivel metodológico adoptado. Todas estas acciones se desarrollaron en el marco del Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC), mediante la verificación interna de la consistencia de los resultados, la revisión cruzada de parámetros y datos de entrada, el análisis de la coherencia temporal y la documentación detallada de las decisiones metodológicas. Este proceso permitió fortalecer la precisión, transparencia y trazabilidad del inventario del sector.

3.2.10. Otro (CRT 1.A.5)

Actualmente no se han identificado otras fuentes de emisiones que no se encuentren contempladas en las categorías anteriores.

3.2.11. Recálculos de la categoría

Para la categoría 1.A. Energía se hicieron actualizaciones metodológicas y nuevos cálculos para los datos de actividad, esto se realizó para poder completar la serie de tiempo del inventario de 1990 a 2022.

Como parte de recálculos del inventario nacional de GEI de Honduras, se realizaron diversos recálculos y ajustes en las series de datos de actividad para varias subcategorías del sector Energía. En 1.A.1 Industrias de la Energía, se efectuaron proyecciones de datos de combustibles, con el fin de completar series faltantes y lograr coherencia temporal para combustibles como diésel, fuel oil, GLP, coque, biomasa y leña. Asimismo, se actualizaron los consumos históricos de biomasa utilizados para generación eléctrica.

Para 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, se aplicaron proyecciones similares para completar series de consumo de combustibles, y se actualizaron los datos más recientes

para carbón y los otros combustibles, logrando una mayor desagregación y coherencia en el periodo 1990-2022, al igual que se hizo la desagregación de varias de las categorías conforme al tipo de combustible que es empleado.

En la categoría 1.A.3. Transporte, se realizaron proyecciones de consumo para distintos combustibles mediante modelos estadísticos con coeficientes de correlación aceptables, completando series históricas para jet kerosene, otros derivados del petróleo, gasolina, GLP y diésel. Además, se ajustaron los datos de consumo del subsector aviación en el periodo 2005-2010, ya que presentaban inconsistencias con la serie general.

Finalmente, para 1.A.4. Otros sectores, se completaron las series históricas de algunos combustibles (como diésel, GLP y fuel oil) mediante proyecciones para los periodos en los que existían vacíos o discontinuidades y se ajustaron los consumos correspondientes a las categorías incluidas, asegurando la consistencia del conjunto de datos para todo el periodo 1990–2022.

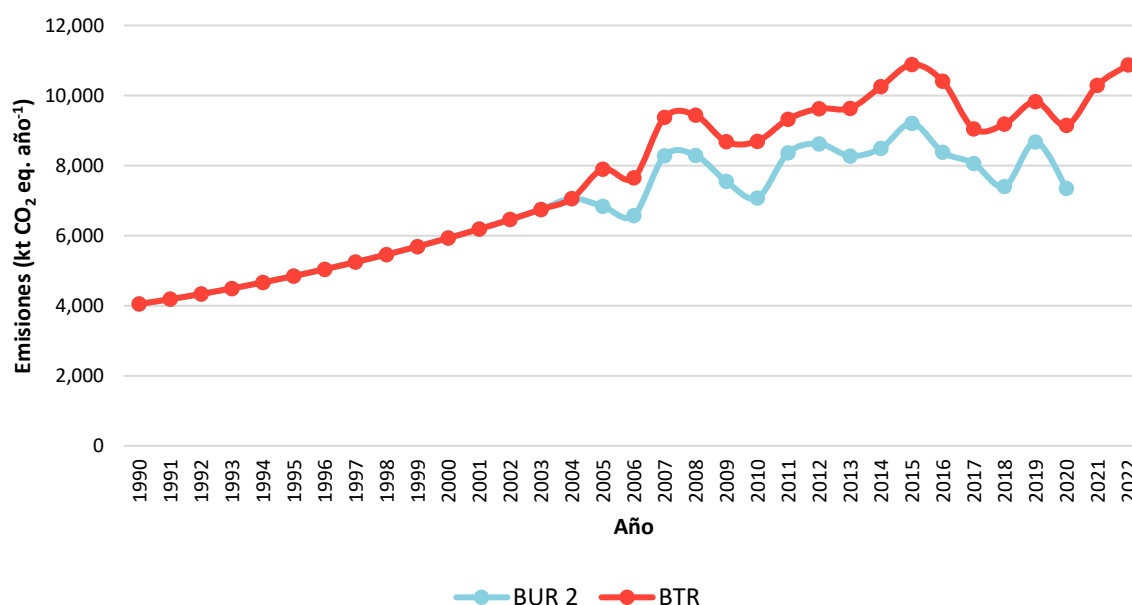


Figura 3-10. 1.A. Energía: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

3.2.12. Plan de mejora de la categoría

Para las categorías estimadas del sector Energía, Honduras ha desarrollado diversas acciones orientadas a mejorar la calidad de los métodos y datos utilizados en el inventario. Entre estas destacan la armonización y empalme de series históricas de consumo energético, la revisión de coherencia temporal, la actualización de datos de actividad con información oficial reciente y la validación cruzada con fuentes institucionales. Asimismo, se han realizado ajustes metodológicos siguiendo las recomendaciones del IPCC y se han atendido observaciones provenientes de procesos previos de revisión técnica, asegurando que las categorías activas como transporte, industria, generación eléctrica y otros sectores cuenten con datos más consistentes y trazables.

De manera complementaria, se encuentran en marcha acciones destinadas a identificar nuevas fuentes de información, mejorar la desagregación del consumo por subcategorías, y fortalecer la comunicación con entidades proveedoras de datos para consolidar registros energéticos más completos.

Tabla 3-33. 1.A. Energía: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
1.A.1. Industrias de la energía	Disponibilidad de información.	Con la finalidad de poder mejorar la estimación de la categoría y la información para la serie de tiempo se propone como acción de mejora poder articular con las instituciones la forma de poder consolidar una sola base de datos. Todo esto frente a los consumos de combustible del país para la generación de energía eléctrica. Esto mediante la implementación de diferentes estudios o drivers que permitan mejorar la calidad de la información. Como parte de la mejora en la estimación de la categoría de industrias de la energía y el método de referencia se propone realizar una mejora en el balance energético del país	2026 – BTR2.	Secretaría de energía SEN. SERNA. INE.
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción	Disponibilidad de información.	Para fortalecer la calidad y precisión de las estimaciones de la categoría 1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción, es necesario avanzar en acciones que permitan mejorar la disponibilidad, coherencia y desagregación de los datos de actividad. En primer lugar, se plantea identificar nuevas fuentes de información que aporten datos de producción, consumo energético y características operativas de las diferentes industrias que conforman esta categoría. Esto permitirá contar con estadísticas más completas y desagregadas, superando la actual limitación de series agregadas o incompletas, y facilitando la correcta representación de la diversidad industrial existente en el país. Adicionalmente, se propone establecer un trabajo articulado con los proveedores de información de cada subcategoría incluyendo instituciones públicas, empresas industriales, cámaras sectoriales y organismos reguladores con el fin de desarrollar una base de datos consolidada y actualizada sobre el uso de combustibles en el sector manufacturero y de la construcción	2028 – BTR3.	Secretaría de energía SEN. SERNA. INE.
1.A.3. Transporte	Disponibilidad de información.	Para mejorar la calidad y precisión de las estimaciones en la categoría 1.A.3. Transporte, es fundamental avanzar en la identificación de nuevas fuentes de información que permitan obtener datos de consumo de combustibles desagregados para cada modalidad de transporte presente en el país. fortalecer la articulación con instituciones como autoridades aeroportuarias, aerolíneas, distribuidores de combustibles, el sector marítimo y entidades reguladoras del transporte terrestre, con el fin de consolidar una base de datos sectorial más precisa y continua. Esto permitiría mejorar la trazabilidad de los consumos, reducir incertidumbres, avanzar hacia desagregaciones por tipo de vehículo o modo de transporte y, eventualmente, habilitar la transición a metodologías de mayor detalle (por ejemplo, Nivel 2).	2028 – BTR3.	Secretaría de energía SEN SERNA. INE.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
1.A.4. Otros sectores	Disponibilidad de información.	Para fortalecer las estimaciones de la categoría 1.A.4. Otros Sectores, es necesario avanzar en la identificación y recopilación de nuevas fuentes de información que permitan obtener datos de producción y consumo energético para las distintas actividades incluidas en el sector residencial, comercial e institucional. Contar con información más detallada y sistemática permitirá lograr una mayor desagregación de los combustibles utilizados en el país, especialmente en lo referente a biomasa (leña y carbón vegetal), combustibles fósiles y energéticos complementarios empleados en los hogares y edificios. Asimismo, resulta prioritario consolidar bases de datos actualizadas de consumos de combustible tanto para el sector residencial como para el sector comercial e institucional.	2028 – BTR3	Secretaría de energía SEN SERNA. INE.

Para las categorías no estimadas del sector Energía, Honduras ha definido acciones orientadas a mejorar la disponibilidad y calidad de la información necesaria para su futura incorporación al inventario. Estas actividades incluyen la identificación de nuevas fuentes de datos institucionales y sectoriales, el acercamiento a empresas y organismos reguladores para acceder a información actualmente no reportada, y el levantamiento de registros específicos sobre consumos energéticos y actividad industrial en subcategorías como hierro y acero, metales no ferrosos, química, pulpa y papel, otros sectores manufactureros y maquinaria fuera de ruta.

El país reconoce estas brechas como áreas prioritarias dentro del plan de mejora y se compromete a fortalecer la recopilación y sistematización de datos que permitan avanzar hacia metodologías más completas y consistentes, reduciendo progresivamente el número de categorías clasificadas como NE.

Tabla 3-34. Categorías NE Energía: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
1.A.2. Industrias de manufactura y construcción. 1.A.2.a. Hierro y acero.	Consecución y consolidación de información	Resulta necesario fortalecer la recopilación y el acceso a datos específicos de consumo de combustibles y actividad industrial. En este sentido, Honduras reconoce la importancia de avanzar en la discriminación de las categorías definidas por el IPCC, de manera que el inventario pueda reflejar con mayor precisión la estructura real del sector manufacturero nacional.	2030 – BTR4	Secretaría de energía SEN SERNA. INE.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
1.A.2.b. Metales no ferrosos. 1.A.2.c. Química. 1.A.2.d. Pulpa, papel e impresión. 1.A.2.g. Otros.		Como parte de los esfuerzos de mejora continua, el país se propone conseguir la información necesaria para desagregar los consumos energéticos asociados a cada una de estas subcategorías. Esto implica desarrollar mecanismos de coordinación con empresas industriales, cámaras sectoriales, entes reguladores y organismos estadísticos, con el fin de acceder a datos de producción, uso de combustibles, tecnologías empleadas y características operativas relevantes		
1.A.3.e.ii. Fuera de ruta.	Consecución y consolidación de información	Para mejorar la estimación de emisiones en la subcategoría 1.A.3.e.ii. Fuera de ruta, se propone avanzar en el levantamiento y consolidación de información sobre la maquinaria y vehículos fuera de ruta presentes en el país, incluyendo número de unidades, tipos de equipos, patrones de uso y consumos de combustible. Actualmente no existe una base de datos que permita caracterizar esta flota, por lo que esta acción es fundamental para reducir incertidumbres y habilitar, en futuras actualizaciones del inventario, una cuantificación más precisa y consistente con las directrices del IPCC, especialmente en sectores como agricultura y construcción,	2032 – BTR5	SERNA. INE.
1.A.4.e. Otros sectores. 1.A.4.a. Comercial/institucional 1.A.4.a.ii Maquinaria Fuera de Ruta. 1.A.4.c. Agricultura/forestal/pesca.		Para mejorar la calidad de las estimaciones en las categorías 1.A.4.e. Otros sectores, 1.A.4.a. Comercial/institucional, 1.A.4.b. Hogares, 1.A.4.a.ii. Maquinaria fuera de ruta y 1.A.4.c. Agricultura/forestal/pesca, Honduras propone fortalecer la recolección y desagregación de información energética según las particularidades de cada actividad. En el caso de los sectores comercial/institucional y hogares, se requiere obtener datos más detallados sobre los consumos de combustibles utilizados en edificaciones y uso doméstico. Para las categorías vinculadas a maquinaria fuera de ruta y actividades agrícolas, forestales y pesqueras, se plantea realizar un levantamiento específico que permita identificar los equipos en operación y separar los consumos de combustibles asociados a agricultura y pesca, actualmente agregados o sin información suficiente. Este proceso permitirá mejorar la asignación de consumos, reducir incertidumbres y avanzar hacia una estimación más precisa y representativa de los usos energéticos en el inventario nacional de GEI.	2028 – BTR3	SERNA. INE.



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

Actualmente, Honduras no realiza actividades de producción ni transformación de combustibles sólidos o líquidos, por lo que todos los combustibles utilizados en los distintos sectores provienen de importaciones. No obstante, y de acuerdo con los Refinamientos del

IPCC 2019, las emisiones asociadas al transporte y distribución de combustibles se clasifican como No Estimadas (NE), aspecto que el país ha incorporado dentro de su plan de mejora para avanzar en su futura identificación y cuantificación.

Tabla 3-35. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles (NE)	Disponibilidad de información.	Honduras no realiza actividades de extracción ni transformación de combustibles líquidos y gaseosos, por lo que estos son importados en su totalidad. Sin embargo, de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006 y los Refinamientos 2019, existen emisiones fugitivas potenciales en las etapas de almacenamiento, transporte y manipulación de combustibles, aun en países sin producción propia. Actualmente no se dispone de información nacional que permita cuantificar estas emisiones, razón por la cual la categoría se ha clasificado como No Estimada (NE). Para mejorar la exhaustividad del inventario, se propone iniciar el levantamiento de datos sobre infraestructura, volúmenes manejados, tecnologías de almacenamiento y distribución, y prácticas operativas, conforme a lo recomendado por el IPCC. Este proceso permitirá evaluar posteriormente la aplicabilidad de factores de emisión por defecto y avanzar en la estimación de las emisiones fugitivas de combustibles líquidos y gaseosos en Honduras.	2028 – BTR3	Secretaría de energía SEN



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

Actualmente en Honduras no ocurren emisiones asociadas al transporte y almacenamiento de CO₂



☆☆☆H
**Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente**
Gobierno de la República

CAPÍTULO 4

**PROCESOS
INDUSTRIALES Y USO DE
PRODUCTOS (CRT 2)**



En el presente capítulo se reportan las emisiones por Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) en Honduras, para la serie de tiempo 1990-2022. Estas estimaciones abarcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la producción en la industria de los minerales (2.A.) y el uso de sustancias sustitutas de la capa de ozono (2.F.). También se contemplan las estimaciones de GEI por el uso de productos no energéticos de combustible y de solvente (2.D.) y las emisiones de compuestos orgánicos diferentes al metano (COVDM) en la industria de alimentos y bebidas (2.H.). Dentro del sector, se cuantifican mayoritariamente emisiones de CO₂ y HFC con un nivel metodológico 1, de acuerdo con las circunstancias nacionales y la disponibilidad de información.

De acuerdo con el Banco Central de Honduras, el Producto Interno Bruto del país cayó un 5.86 % en el 2020 (Pandemia por COVID-19), en el año 2021 presentó un crecimiento del 17.74 % y un 13.84 % en el 2022 (Banco Central de Hondura, 2025).

De forma similar el valor agregado bruto de la industria manufacturera se contrajo en el 2020, repuntando entre 2021 y 2022, como se ilustra en la siguiente figura:

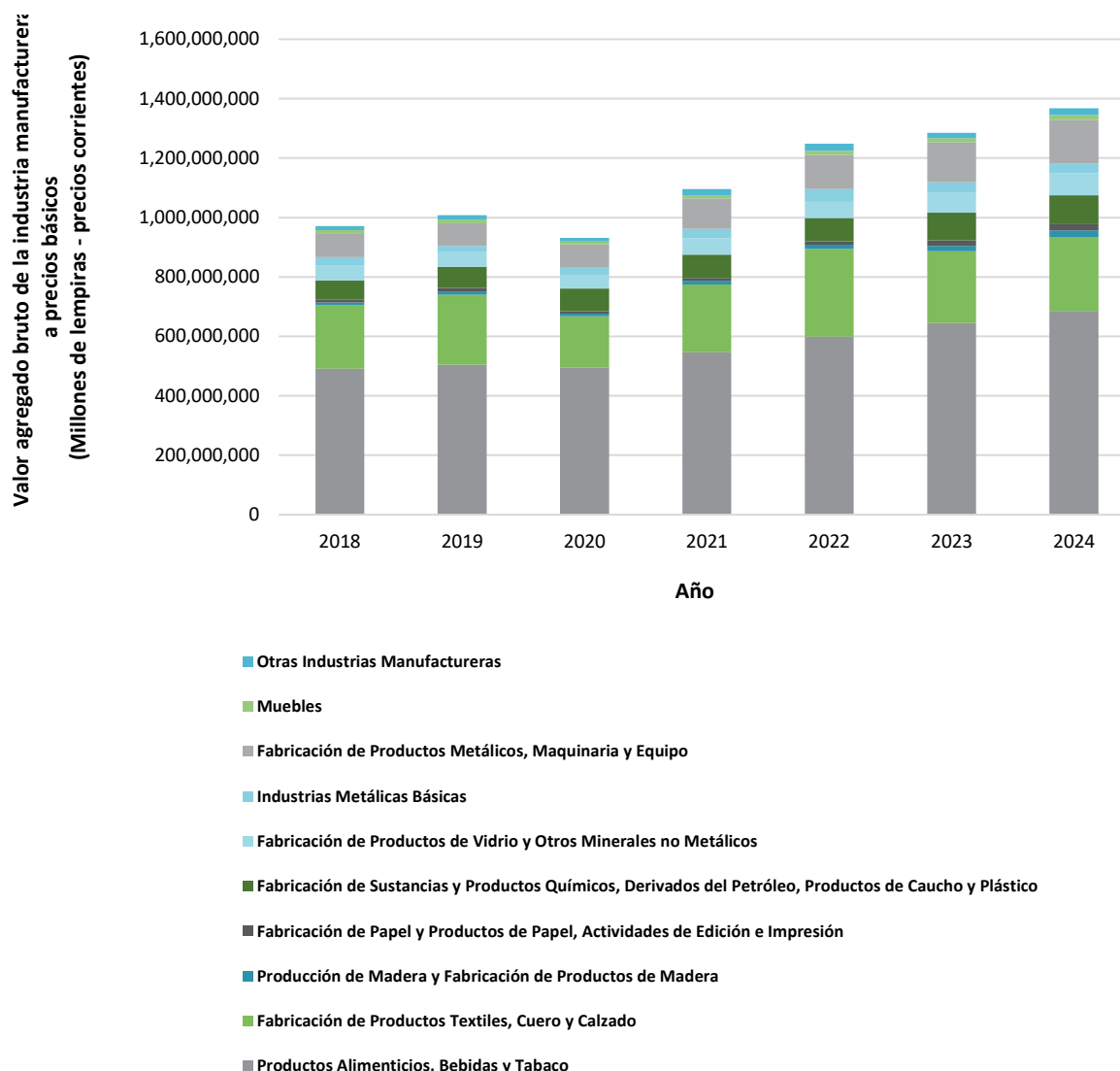


Figura 4-1. Valor agregado bruto de la industria manufacturera en Honduras

Adaptado de Banco Central de Honduras (2025)

La mayor participación en el valor agregado bruto de las industrias manufactureras lo tiene la industria de alimentos, bebidas y tabaco, seguido por la industria de productos textiles, cuero y calzado. También se resalta la participación de la industria metalúrgica, maquinaria y equipos y la industria química y de petróleo. Sin embargo, es importante aclarar que la industria química y la industria metalúrgica se destacan por procesos de elaboración de productos finales o intermedios y no por producción primaria.

La industria cementera forma parte de los minerales no metálicos y está estrechamente ligada al dinamismo del sector de construcción e infraestructura. Son actores clave Cementos del Norte (CENOSA) y Cementos Argos Honduras.

Igualmente, se resalta el sector de refrigeración y aire acondicionado en la conservación de alimentos, climatización de espacios, fabricación de equipos sensibles. A través del uso de estos sistemas se generan emisiones de gases fluorados y Honduras, como miembro del Protocolo de Montreal ha implementado controles y prohibiciones sobre la importación de refrigerantes SAO y la reducción de emisiones HFC a través de la Enmienda de Kigali con la gestión de la Unidad Técnica de Ozono de Honduras perteneciente a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).

4.1.1. Descripción del sector

El sector de procesos industriales y uso de productos (PIUP) alberga las emisiones provocadas por los procesos industriales, por el uso de GEI en los productos y por el uso no energético del carbono contenido en los combustibles fósiles (IPCC, 2006a).

Las principales fuentes de emisión provienen de la transformación de materias primas en productos por medios físicos o químicos como en los procesos de oxidación o calcinación en hornos a elevadas temperaturas y por el uso de GEI en productos como refrigeradores, aires acondicionados, espumas, solventes, aerosoles, entre otros. Durante estos procesos se pueden liberar emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y gases fluorados (IPCC, 2006a).

En este capítulo se presentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), Hidrofluorocarbonos (HFC) y Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM), conforme a las directrices metodológicas del IPCC y a la Guía EMEP/EEA 2019.

El sector se organiza en ocho (8) categorías. En el caso de Honduras, la estimación de emisiones se centra en las siguientes subcategorías:



2.A.1. Producción de cemento, que contempla los datos de producción de cemento, importación y exportación de Clinker.



2.A.2. Producción de cal, que abarca la producción de caliza como dato de actividad.



2.D.1. Uso de lubricantes y 2.D.2. Uso de cera de parafina, que abarca los datos de consumo de lubricantes y cera de parafina.



2.F.2. Refrigeración y aire acondicionado, que involucra los datos de consumo de HFC.



2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas, que contempla los datos de producción de aguardiente, licor compuesto, cerveza, refrescos y harina de trigo.

A continuación, se describe detalladamente la tendencia de las emisiones, las emisiones por subcategoría y las consideraciones metodológicas relevantes.

4.1.2. Tendencia de los GEI del sector

En la siguiente tabla se resumen las emisiones del sector PIUP para el año 2022:

Tabla 4-1. Sector PIUP: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para (2022).

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	Mezclas no específicas de HFC y PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt)	NF ₃ (kt)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO _x (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
2.	Procesos industriales y uso de productos	1,104.03	NA,NO	NA,NO	900.49	NO	NO	FX	NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	2,004.52
2.A.	Industria de los minerales	1,042.46	NO	NO						NE	NE	NE	NE	1,042.46
2.A.1.	Producción de cemento	942.81											NE	942.81
2.A.2.	Producción de cal	99.65												99.65
2.A.3.	Producción de vidrio	NO												NO
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	NO	NO	NO						NE	NE	NE	NE	NO
2.A.5.	Otros	NO								NO	NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	FX,NO
2.B.1.	Producción de amoníaco	NO	NO	NO						NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2.	Producción de ácido nítrico			NO						NO				NO
2.B.3.	Producción de ácido adípico	NO		NO						NO	NO	NO		NO
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO		NO								NE	NE	NO
2.B.5.	Producción de carburo	NO	NO							NE	NE	NE	NE	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 de negro de humo	NO	NO							NE	NE	NE	NE	NO
2.B.9.	Producción fluoroquímica				NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.B.10.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NE	NE	NE	NE	FX,NO
2.C.	Industria de los metales	NE,NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	FX,NE,NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	NO	NO							NE	NE	NE	NE	NO
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	NO	NO							NO	NO	NO	NO	NO
2.C.3.	Producción de aluminio	NE				NO		FX		NE	NE	NE	NE	FX,NE,NO
2.C.4.	Producción de magnesio	NO			NO	NO	NO	FX		NO	NO	NO	NO	FX,NO
2.C.5.	Producción de plomo	NE								NE	NE	NE	NE	NE
2.C.6.	Producción de cinc	NE								NE	NE	NE	NE	NE
2.C.7.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NE	NE	NE	NE	FX,NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	61.57	NO	NO						NE	NE	NE	NE	61.57
2.D.1.	Uso de lubricantes	60.05	NO	NO						NE	NE	NE	NE	60.05
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	1.52	NO	NO						NE	NE	NE	NE	1.52
2.D.3.	Otros	NO	NO	NO						NE	NE	NE	NE	NO
2.E.	Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	Mezclas no específicas de HFC y PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt)	NF ₃ (kt)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO _x (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores			NO	NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT			NO	NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.E.3.	Células fotovoltaicas				NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica				NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.E.5.	Otros			NO	NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO				900.49	NO	NO	FX	NO					900.49
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				900.49	NO	NO	FX	NO					900.49
2.F.2.	Agentes espumantes				NE,NO	NO	NO	FX	NO					FX,NE,NO
2.F.3.	Protección contra incendios				NE,NO	NO	NO	FX	NO					FX,NE,NO
2.F.4.	Aerosoles				NE,NO	NO	NO	FX	NO					FX,NE,NO
2.F.5.	Solventes				NE,NO	NO	NO	FX	NO					FX,NE,NO
2.F.6.	Otras aplicaciones				NE,NO	NO	NO	FX	NO					FX,NE,NO
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NO	NO	NO	NO	FX,NO
2.G.1.	Equipos eléctricos				NO	NO	NO	FX	NO					FX,NO
2.G.2.	SF ₆ y PFC de otros usos de productos					NO		FX						FX,NO
2.G.3.	N ₂ O de usos de productos			NO										NO
2.G.4.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	FX	NO	NO	NO	NO	NO	FX,NO
2.H.	Otros	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	FX	NO	NE,NO	NE,NO	3.43	NE,NO	FX,NA,NO

NA = no aplica; NE = no estimado; NO = no ocurre

En el sector PIUP se estiman emisiones de CO₂ por la producción de cemento y cal y por el uso de lubricantes y cera de parafina. También se estiman las emisiones de hidrofluorocarbonos como HFC-32, HFC-125, HFC-134a y HFC-143a, por el uso de sustancias sustitutas de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) en el sector de refrigeración y aire acondicionado.

Excluyendo el sector de UTCUTS, PIUP cubre en promedio el 6.12 % de las emisiones netas de Honduras, con una participación del 8.45 % en el año 2022 (2,004.52 kt CO₂ eq). Incluyendo UTCUTS en valores absolutos, la participación del sector es de 7.47 %. En promedio, las emisiones son causadas principalmente por el proceso de calcinación en la producción de Clinker en el cemento (52.52 %) y por el uso de HFC en sistemas de refrigeración y aire acondicionado (36.29 %). El 8.76 % de las emisiones del sector provienen del proceso de calcinación para la producción de cal, mientras que el 2.34 % es causado por el uso no energético de productos de combustible y de solventes.

Entre 1990 y 2022 las emisiones por procesos industriales en Honduras se han incrementado un 426.07 % causado principalmente por el aumento en el uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado, el uso de lubricantes y cera de parafina y la producción de cemento.

Se debe tener en cuenta que respecto al BTR1, este inventario presenta el recálculo de 2.F.1, debido a la implementación del método de nivel 1a bajo el Anexo 1 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC respecto al Anexo 2, empleado en reportes previos para estimar las emisiones potenciales. Se resalta el esfuerzo que el país está adelantando para mejorar las estimaciones actuales a través de la gestión de información sectorial.

En la siguiente tabla se resumen las emisiones del sector PIUP entre 1990 y 2022:

Tabla 4-2. Sector PIUP: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.A.1. Producción de Cemento	274.79	391.83	492.89	516.17	606.33	722.87	692.68	758.59	942.81
2.A.2. Producción de cal	49.39	77.72	77.72	103.03	112.28	56.68	96.43	143.61	99.65
2.D.1. Uso de lubricantes	6.70	10.55	10.55	24.32	29.66	34.22	47.21	56.27	60.05
2.D.2. Uso de cera de parafina	0.45	0.71	0.70	1.89	1.26	0.65	1.20	1.43	1.52
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	49.70	212.66	463.78	301.17	351.18	466.64	781.89	801.29	900.49

Total	381.04	693.46	1,045.63	946.58	1,100.71	1,281.06	1,619.40	1,761.19	2,004.52

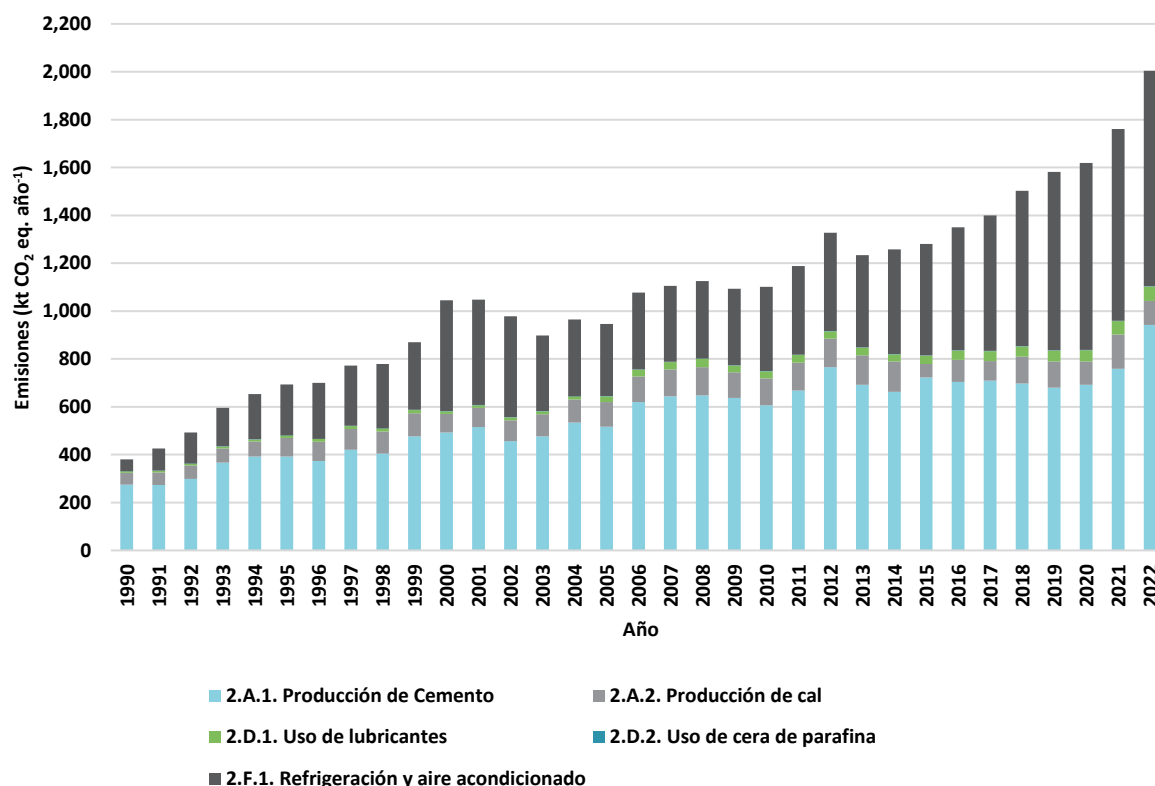


Figura 4-2. Sector PIUP: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

Como se observa en la figura anterior las emisiones del sector PIUP presentan una tendencia creciente sobre todo desde el año 2012, jalonada por el incremento del uso de sustancias sustitutas de las SAO, cuyo consumo se potenció a través de la Enmienda de Kigali para reducir las afecciones a la capa de ozono por el uso de sustancias SAO. También se resalta el crecimiento sostenido de la industria del cemento.

Lo anterior se relaciona con el comportamiento de las emisiones por GEI. En el año 2022, el 55.08 % de las emisiones del sector PIUP corresponden a emisiones de CO₂ mientras que el 44.92 % refieren a emisiones de HFC, principalmente de HFC-134a, HFC-125 y HFC-143a.

La siguiente tabla resume las emisiones por GEI en el sector PIUP:

Tabla 4-3. Sector PIUP: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	331.33	480.80	581.86	645.40	749.53	814.42	837.51	959.89	1,104.03
CH ₄	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
N ₂ O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
HFC	49.70	212.66	463.78	301.17	351.18	466.64	781.89	801.29	900.49
HFC-32	0.66	2.80	6.11	3.97	4.37	7.97	20.81	23.08	26.52
HFC-125	9.72	41.57	90.65	58.87	68.51	112.84	223.26	229.13	265.19
HFC-134a	27.84	119.11	259.77	168.69	195.07	213.25	310.90	329.30	354.71
HFC-143a	11.49	49.18	107.24	69.64	83.23	132.58	226.61	218.56	251.81
HFC-152	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.03	0.61	1.17
HFC-227ea	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.27	0.61	0.78
HFC-236fa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0.31
PFC	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
NF ₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	381.04	693.46	1045.63	946.58	1,100.71	1,281.06	1,619.40	1,761.19	2,004.52

NE = no estimado; NO = no ocurre

Similarmenle la siguiente figura presenta las emisiones por GEI en el sector PIUP:

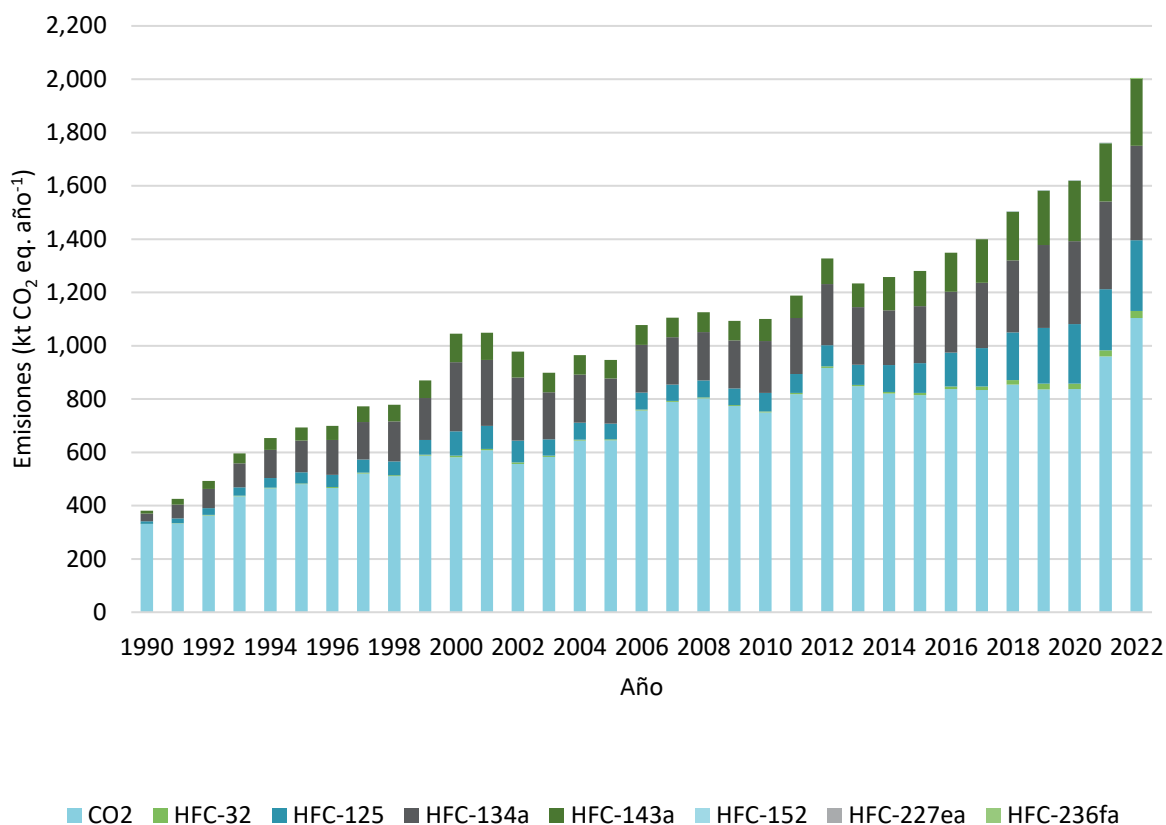


Figura 4-3. Sector PIUP: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq.año⁻¹).

De acuerdo con la figura anterior, si bien las emisiones de CO₂ presentan una tendencia creciente, se resalta el comportamiento de las emisiones de los HFC ya que su consumo se ha incrementado en los últimos 10 años incorporando incluso el uso de nuevos gases fluorados.

Particularmente en el sector PIUP, se estiman emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) en la producción de alimentos y bebidas (2.H.2.). En la siguiente tabla se resumen las emisiones:

Tabla 4-4. Sector PIUP: emisiones por cada precursor (kt).

Precursor	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
COVDM	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43
Total	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43

La siguiente figura presenta la tendencia de las emisiones de COVDM en el inventario de PIUP entre 1990 y 2022:

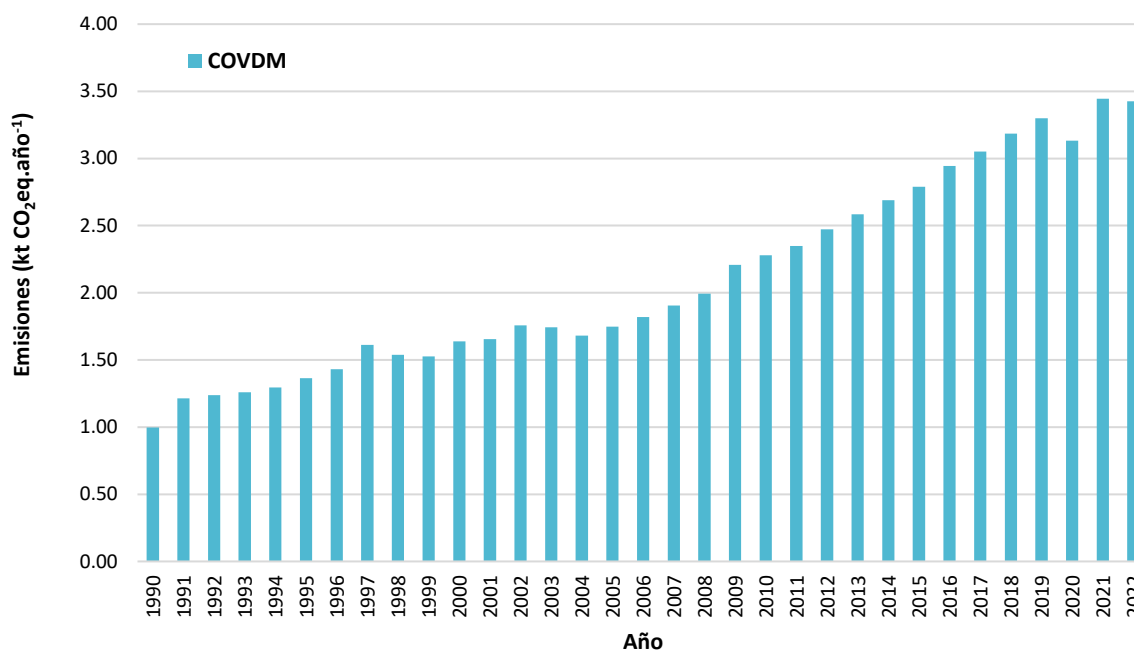


Figura 4-4. Sector PIUP: emisiones por COVDM (ktaño⁻¹)

A partir del año 2005 las emisiones de COVDM son crecientes con una leve reducción en la tendencia en el año 2020 por los efectos de la pandemia por COVID-19.

La industria de alimentos y bebidas presenta un crecimiento sostenido a pesar de los desafíos que ha enfrentado como retos económicos, sociales, el impacto de fenómenos naturales y la pandemia por COVID-19.

Este sector impacta positivamente el PIB y el sector agroindustrial, y está compuesto por grandes, medianas y pequeñas empresas que contribuyen a la seguridad alimentaria, aunque sigue viéndose afectado por el aumento de precios y la informalidad laboral.

4.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Las estimaciones del sector PIUP son nivel 1 siguiendo las Directrices IPCC 2006 y la Guía de inventarios de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2019 y fueron construidas a través

de la gestión de información con entidades como el Banco Central de Honduras (BCH), Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN) y la Unidad técnica de Ozono de Honduras (UTOH).

Dentro del sector las subcategorías 2.A.1. Producción de cemento y 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado, corresponden a categorías principales, sin embargo, no ha sido posible estimarlas en nivel superior por la ausencia de información detallada, para lo cual es vital continuar trabajando con los sectores productivos para acceder a los datos en el tiempo y forma oportunos para la ejecución de cada ciclo de inventario.

Finalmente, para este sector se aplica a la flexibilidad descrita en el párrafo 48 de la Decisión 18/CMA.1. Ya que no se estiman emisiones de SF₆.

A continuación, se describen los aspectos metodológicos por categoría y subcategoría del sector PIUP.



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

4.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En la subcategoría industria de los minerales (2.A.), se estiman las emisiones de CO₂ que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la elaboración de diferentes productos industriales. La principal fuente de liberación de CO₂ es la calcinación, durante la cual se obtienen óxidos metálicos tras la aplicación de calor (IPCC, 2006h).

Para fines de este inventario, en esta categoría se estiman las emisiones en la producción de cemento y cal. Sin embargo, es una buena práctica estimar las emisiones por el uso de caliza, dolomita y otros carbonatos en la categoría fuente industrial donde son emitidas (IPCC, 2006h).

En la siguiente tabla se presenta la tendencia de las emisiones de GEI para las subcategorías pertenecientes a industria de los minerales.

Tabla 4-5. 2.A. Industria de los minerales: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.A.1. Producción de cemento	274.79	391.83	492.89	516.17	606.33	722.87	692.68	758.59	942.81
2.A.2. Producción de cal	49.39	77.72	77.72	103.03	112.28	56.68	96.43	143.61	99.65
2.A.3. Producción de vidrio	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.4. Otros usos de la ceniza de sosa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	324.18	469.55	570.61	619.20	718.61	779.55	789.11	902.20	1,042.46

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

Como se observa en la siguiente figura, en promedio histórico el 85.75 % de las emisiones en la industria de los minerales (2.A.), provienen de la producción de cemento (2.A.1.), mientras que el 14.29 % restante son ocasionadas por la producción de cal (2.A.2.).

Las emisiones en la industria de los minerales (2.A.) pasaron de ser de 324.18 kt CO₂ eq a 1,042.46 kt CO₂ eq, con un incremento de más del 200 %, impulsado por la producción de cemento.

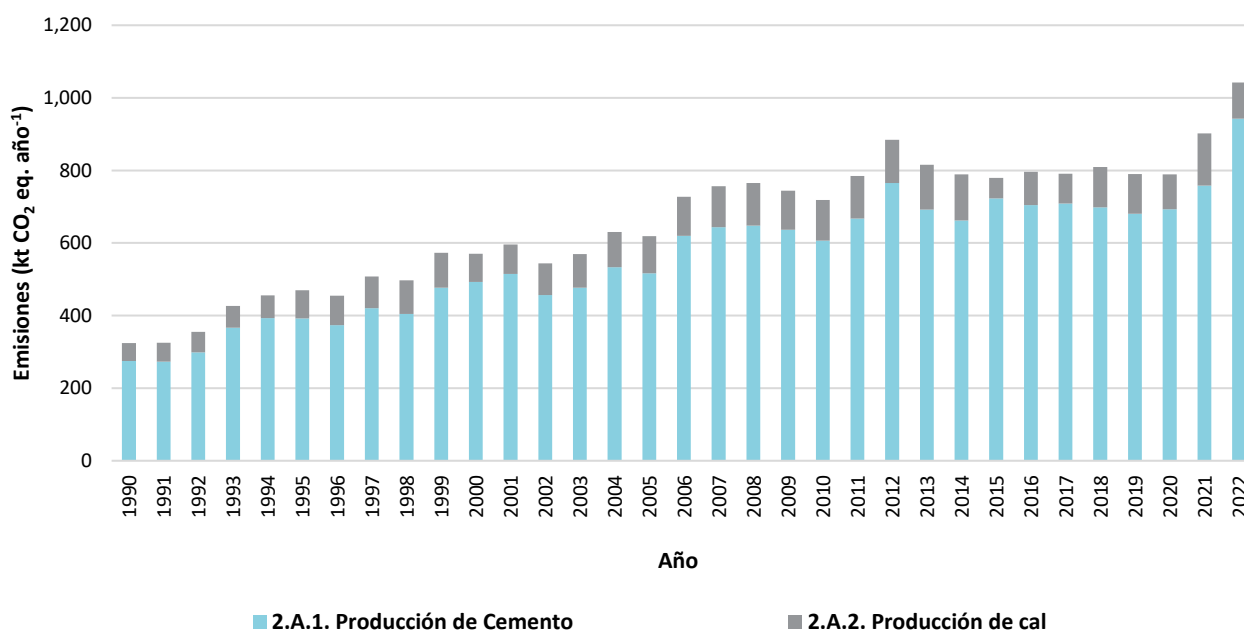


Figura 4-5. 2.A. Industria de los minerales: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

4.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría

El nivel metodológico de las estimaciones de las emisiones de CO₂ para la categoría en cuestión es 1. Siguiendo las Directrices del IPCC en su versión 2006.

Las ecuaciones empleadas son:

- Subcategoría 2.A.1. Producción de cemento: Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones basadas en la producción de cemento. Capítulo 2. Volumen 3. IPCC 2006.
- Subcategoría 2.A.2. Producción de cal: Ecuación 2.6 Nivel 2. Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos. Capítulo 2. Volumen 3. IPCC 2006.

La siguiente tabla resume los aspectos metodológicos considerados en la estimación de emisiones de la categoría 2.A. Industria de los minerales:

Tabla 4-6. 2.A. Industria de los minerales: aspectos metodológicos.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
2.A. Industria de los minerales.	2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	1	Ecuación 2.1 Nivel 1. Emisiones basadas en la producción de cemento. Capítulo 2. Volumen 3. IPCC 2006.	Se completa la serie de tiempo (1990-1999) con los datos históricos de importación y exportación de Clinker tomando como variable de referencia la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica de las industrias manufactureras	El Banco Central de Honduras provee información actualizada de la producción de cemento nacional (1990-2022), con ajustes en los datos de actividad entre 2000 y 2015.
	2.A.2. Producción de cal	CO ₂	1	Ecuación 2.6 Nivel 2. Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos. Capítulo 2. Volumen 3. IPCC 2006.	Se completa la serie de tiempo (1990-2013) tomando los datos de producción de caliza y como variable de referencia la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica de las industrias manufactureras	INHGEOMIN provee los datos de producción de caliza para la serie 2014-2022, actualizando los datos para el año 2018 y 2020.

4.2.2.1. Datos de actividad de la categoría

El Banco Central de Honduras suministra los datos de producción de cemento (1990-2022) y los datos de importación y exportación de Clinker (2000-2022). Razón por la que se hace necesario completar los datos de importación y exportación de Clinker de 1990-1999, tomando como variable de referencia la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica de las industrias manufactureras.

De forma similar, INGEOMINH presenta los datos de producción de caliza (2014-2022), con lo que se emplea la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica como dato sustituto para garantizar la exhaustividad de la serie de tiempo de la subcategoría 2.A.2.

La Tabla 4-7 presenta los datos de actividad empleados para el cálculo de las emisiones de CO₂ en 2.A.1. Producción de cemento y 2.A.2. Producción de cal.

Tabla 4-7. 2.A. Industria de los minerales: datos de actividad por fuente de GEI (t).

Año	2.A.1. Producción de cemento -Producción de cemento (t)	2.A.1. Producción de cemento -Importación Clinker (t)	2.A.1. Producción de cemento -Exportación Clinker (t)	2.A.2. Producción de cal - Producción de caliza (t)
1990	698,445.00	1,615.01	5,925.46	66,227.33
1991	693,090.00	1,722.92	6,321.38	70,652.43
1992	760,112.50	1,830.83	6,717.30	75,077.52
1993	933,342.50	1,938.74	7,113.22	79,502.62
1994	999,600.00	2,046.65	7,509.14	83,927.71
1995	995,052.50	2,541.49	9,324.70	104,219.71
1996	948,770.00	2,639.30	9,683.56	108,230.60
1997	1,067,855.00	2,844.20	10,435.34	116,633.04
1998	1,026,035.00	3,026.56	11,104.39	124,110.92
1999	1,210,952.50	3,148.73	11,552.62	129,120.60
2000	1,254,047.50	2,541.49	9,324.70	104,219.71
2001	1,317,500.00	7,201.75	9,010.00	108,230.60
2002	1,224,127.50	41,243.55	1,166.30	116,633.04
2003	1,267,690.00	46,195.80	11,339.05	124,110.92
2004	1,391,832.50	27,393.71	9,261.72	129,120.60
2005	1,383,460.00	76,580.70	31,038.30	138,155.44
2006	1,667,955.00	74,905.70	14,327.60	144,434.67
2007	1,775,522.50	102,247.60	6,873.70	151,684.15
2008	1,783,555.00	95,033.60	2,763.80	156,823.73
2009	1,631,830.00	9.20	1.30	144,041.15
2010	1,520,607.50	13.20	24,900.00	150,556.40
2011	1,710,837.50	1.30	NA	157,184.42
2012	1,714,322.50	9,970.50	195,350.20	160,016.64
2013	1,650,615.00	6,482.90	98,918.00	165,414.13
2014	1,520,097.50	NA	132,254.10	170,430.00
2015	1,710,582.50	NA	106,397.43	76,000.00
2016	1,842,927.50	27,812.74	NA	122,238.00
2017	2,139,790.00	242,016.34	NA	109,800.00

Año	2.A.1. Producción de cemento -Producción de cemento (t)	2.A.1. Producción de cemento -Importación Clinker (t)	2.A.1. Producción de cemento -Exportación Clinker (t)	2.A.2. Producción de cal - Producción de caliza (t)
2018	1,955,425.00	153,642.54	28,473.02	149,417.00
2019	1,842,885.00	74,825.52	NA	147,250.00
2020	1,800,725.00	28,060.12	8,817.99	129,311.00
2021	2,163,887.50	164,948.85	12.58	192,569.09
2022	2,304,180.00	9,017.52	92,930.67	133,622.89

4.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Al tratarse de niveles de estimación 1, las emisiones por producción de cemento y cal emplean factores de emisión por defecto, como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4-8. 2.A. Industria de los minerales: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad	Fuente
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	0.52	t CO ₂ . t Clinker	Ecuación 2.4. V3 Capítulo 2. IPCC 2006.
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	0.75	t CO ₂ .t Cal	Cuadro 2.4. V3 Capítulo 2. IPCC 2006.

Para a partir de los datos de producción de cemento obtener los datos de producción nacional de Clinker se emplea una proporción de Clinker en cemento del 75 %.

4.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para esta categoría no se aplica a las flexibilidades descritas en las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

4.2.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

En la Tabla 4-9 se presentan los resultados de incertidumbre para la categoría 2.A. Industria de los minerales entre 1990 y 2022, estimados mediante propagación de errores y simulaciones de Montecarlo con 10,000 iteraciones, siguiendo las directrices del IPCC 2006. En 1990, la incertidumbre agregada para CO₂ fue de ± 96.05 %, mientras que para 2022

disminuyó a ± 25.44 %, lo que representa una reducción absoluta de 70.61 puntos porcentuales y relativa del 73.51 %. La disminución más pronunciada ocurre entre 1990 y 2010, periodo en el que la incertidumbre cae en 64.69 puntos, reflejando mejoras sustanciales en la disponibilidad y precisión de los datos de actividad utilizados por el sector.

Al analizar las subcategorías, se observa que 2.A.1. presenta la mayor incertidumbre inicial, con ± 111.45 % en 1990, reduciéndose a ± 27.86 % en 2022, equivalente a -83.59 puntos porcentuales. El descenso más acelerado ocurre entre 1990 y 2010, cuando la incertidumbre disminuye a ± 39.29 %, antes de estabilizarse alrededor de valores cercanos al 27 % en los años posteriores. En 2.A.2., la incertidumbre también muestra reducciones importantes, pasando de ± 113.99 % en 1990 a ± 32.65 % en 2015, aunque con fluctuaciones leves entre 2015 y 2020.

Tabla 4-9. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 2.A.1. Producción de cemento y 2.A.2. Producción de cal.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 2.A.	Agregado	324.18	96.05
1995	Total 2.A.	Agregado	469.55	70.30
2000	Total 2.A.	Agregado	570.61	68.57
2005	Total 2.A.	Agregado	619.20	54.77
2010	Total 2.A.	Agregado	718.61	33.91
2015	Total 2.A.	Agregado	779.55	25.08
2020	Total 2.A.	Agregado	789.11	24.87
2022	Total 2.A.	Agregado	1,042.46	25.44
1990	2.A.1.	CO ₂	274.79	111.45
1995	2.A.1.	CO ₂	391.83	82.61
2000	2.A.1.	CO ₂	492.89	78.64
2005	2.A.1.	CO ₂	516.17	64.78
2010	2.A.1.	CO ₂	606.33	39.29
2015	2.A.1.	CO ₂	722.87	26.93
2020	2.A.1.	CO ₂	692.68	27.86
2022	2.A.1.	CO ₂	942.81	27.86
1990	2.A.2.	CO ₂	49.39	113.99
1995	2.A.2.	CO ₂	77.72	83.36
2000	2.A.2.	CO ₂	77.72	68.66
2005	2.A.2.	CO ₂	103.03	55.08
2010	2.A.2.	CO ₂	112.28	45.54
2015	2.A.2.	CO ₂	56.68	32.65

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	2.A.2.	CO ₂	96.43	37.16
2022	2.A.2.	CO ₂	99.65	37.16

4.2.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para esta categoría, se realiza el análisis de la disponibilidad de la información por cada fuente de datos, identificando su cobertura y representatividad. De no contar con la información completa se procede a emplear técnicas de empalme para garantizar la exhaustividad del inventario.

Posteriormente, se analiza la tendencia de los datos de actividad y una vez ejecutada la estimación, se analiza la relación de la tendencia de los resultados obtenidos con las fuentes de emisión. Durante el proceso de análisis se identifican las variaciones significativas y sus posibles causas.

4.2.6. Recálculos de la categoría

La Figura 4-6 presenta las diferencias en las estimaciones entre el inventario actual y el reporte del informe del inventario del BUR2 para la subcategoría 2.A. Industria de los minerales:

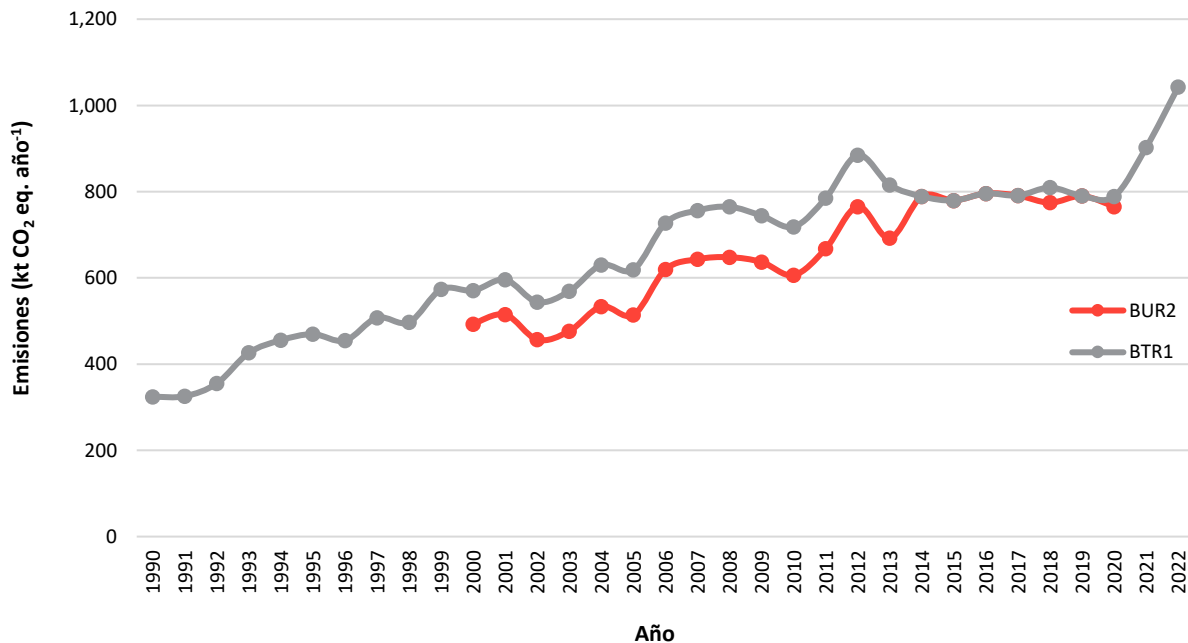


Figura 4-6. 2.A. Industria de los minerales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

Como se aprecia en la figura, se realiza la completitud de la serie de tiempo de 1990 a 1999, empleando el valor agregado bruto por actividad económica como driver para los datos de importación y exportación de Clinker (1990-1999) y los datos de producción de caliza (1990-2013).

Así mismo, el Banco Central de Honduras realiza la actualización de los datos de producción de cemento para la serie 2000-2015 y el dato de importación de Clinker para el año 2005. Mientras INGEOMINH actualiza los datos de producción de caliza para 2018 y 2020.

4.2.7. Plan de mejora de la categoría

En la siguiente tabla se presenta el plan de mejora para las subcategorías de la industria de los minerales, el cual se basa en continuar con los esfuerzos necesarios para cumplir con los principios del inventario y emplear información completa, veraz y de calidad para suministrar resultados transparentes.

Tabla 4-10. 2.A. Industria de los minerales: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.A.1. Producción de cemento	Interoperabilidad Disponibilidad de información	Coordinar mesas de trabajo con las empresas de producción para recopilar datos detallados sobre sus procesos. El objetivo es mejorar las metodologías de estimación, haciéndolas más precisas, y estandarizar el uso de variables clave, como la fracción de Clinker en el cemento. Adicionalmente, se requiere formalizar acuerdos de confidencialidad que regulen y protejan la información compartida.	2028 – BTR3	SERNA Banco Central de Honduras Empresas Productoras
2.A.2. Producción de cal	Disponibilidad de información	Cuantificar la producción de cal por tipo mediante la colaboración con las empresas productoras conociendo los índices de conversión de la materia prima. Recurrir al concepto de expertos para evitar el uso de cantidad de caliza y el supuesto de transformación completa en cal.	2028 – BTR3	SERNA INGEOMINH (MAPE) Empresas Productoras INCAL



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

Algunas de las emisiones por la industria de los metales no ocurren en el país, mientras que para otras no se cuenta con evidencia suficiente para estimarlas. La industria de los metales en Honduras se centra en la minería de extracción y en el procesamiento secundario y manufactura, mas no, en la producción primaria de metales básicos como el hierro, acero, aluminio, plomo, entre otros.

En la siguiente tabla se resume el plan de mejora a aplicar para determinar o no la inclusión de la industria de los metales en el inventario de emisiones de Honduras.

Tabla 4-11. Categoría 2.C. Industria de los metales: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.C.5. Producción de plomo 2.C.6. Producción de zinc	Si bien el Banco Central de Honduras presenta datos de exportación de estos metales, es importante identificar si en el país se realiza producción primaria o únicamente extracción mineral.	Verificar con el sector metalúrgico si existe o no producción primaria de plata, zinc y/o plomo.	2028 – BTR3	SERNA Banco Central de Honduras Empresas del sector INHGEOMIN



4.4. Industria química (CRT 2.B)

Las emisiones de esta categoría no ocurren en el país. Ya que no se cuenta con evidencia de producción de amoniaco, ácido nítrico, ácido adípico, carburo u otros. La industria química en Honduras se centra en la elaboración de productos finales o intermedios y no en

productos básicos. Se resalta la industria de productos de higiene doméstica, cuidado personal y cosmética, maderas, agroindustria y agroquímicos.



4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (CRT 2.D)

4.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones por el uso primario (no ulterior) de los combustibles fósiles exceptuando la combustión con fines energéticos, su uso como alimento a un proceso o como agente reductor. Para fines del presente inventario se estiman las emisiones de CO₂ por el uso de lubricantes y cera de parafina (IPCC, 2006k).

Las emisiones de CO₂ se estiman empleando un factor de emisión compuesto por el factor de contenido de carbono y la fracción de carbono del combustible fósil que se oxida durante su uso (factor ODU) (IPCC, 2006k).

En la siguiente tabla se resumen las estimaciones realizadas:

Tabla 4-12. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.D.1. Uso de lubricantes	6.70	10.55	10.55	24.32	29.66	34.22	47.21	56.27	60.05
2.D.2. Uso de cera de parafina	0.45	0.71	0.70	1.89	1.26	0.65	1.20	1.43	1.52
2.D.3. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	7.15	11.25	11.24	26.21	30.92	34.87	48.40	57.69	61.57

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

En relación con la tabla anterior y la siguiente figura, el 96.15 % de las emisiones por el uso no energético de combustibles y de solventes pertenece al uso de lubricantes, mientras que el 3.85 % corresponde al uso de cera de parafina. Las emisiones de esta categoría pasaron de 7.15 kt CO₂ eq en 1990 a 61.57 kt CO₂ eq, lo cual representa un incremento de más del 700 % causado por el aumento de consumo de lubricantes.

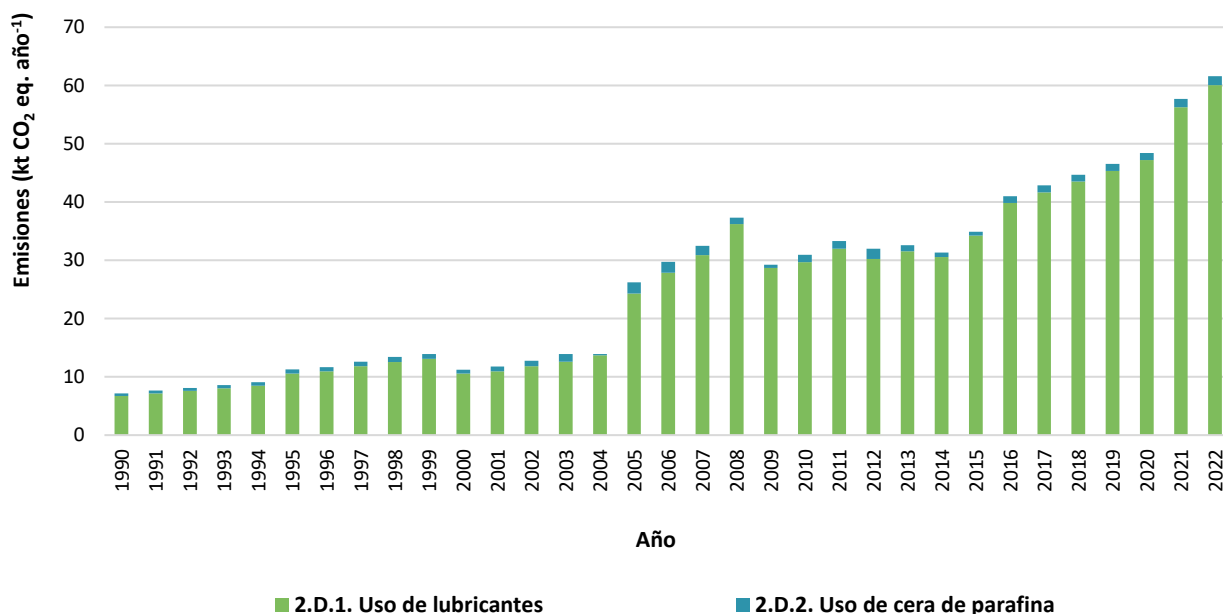


Figura 4-7. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

El incremento en el uso de lubricantes al rededor del 2005 posiblemente se relaciona con la consecución de datos de mejor calidad por los esfuerzos de la fuente en reportar consumos de estas sustancias más cercanos a la realidad.

4.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría

El nivel metodológico de las estimaciones de las emisiones de CO₂ para la categoría en cuestión es 1. Siguiendo las Directrices del IPCC en su versión 2006.

Las ecuaciones empleadas son:

- Subcategoría 2.D.1. Uso de lubricantes: Ecuación 5.1 Fórmula básica para calcular las emisiones de CO₂ de los usos no energéticos de los productos. Capítulo 5. Volumen 3. IPCC 2006.
- Subcategoría 2.D.2. Uso de cera de parafina: Ecuación 5.4 Nivel 1. Ceras. Capítulo 5. Volumen 3. IPCC 2006.

La siguiente tabla resume los aspectos metodológicos considerados en la estimación de emisiones de la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente:

Tabla 4-13. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: *aspectos metodológicos*.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.	2.D.1. Uso de lubricantes	CO ₂	1	Ecuación 5.1 Fórmula básica para calcular las emisiones de CO ₂ de los usos no energéticos de los productos. Capítulo 5. Volumen 3. IPCC 2006.	Se realiza un ajuste de tendencia para el valor de consumo de lubricantes para el año 2002, con este valor ajustado se realiza la retroproyección desde el año 2002 a 1990 empleando como variable de referencia la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica de las industrias manufactureras. Así mismo, con base en la misma variación, se calcula el consumo de lubricantes para el año 2021 y 2022.	El Banco Central de Honduras reporta la información histórica desde 2002 a 2015, se toman los datos proyectados en el NIR (2024) de 2016 a 2020 y se completa la serie de tiempo al 2022.
	2.D.2. Uso de cera de parafina	CO ₂	1	Ecuación 5.4 Nivel 1. Ceras. Capítulo 5. Volumen 3. IPCC 2006.	Se realiza la retroproyección del consumo de cera de parafina desde el año 2002 a 1990 empleando como variable de referencia la variación anual del valor agregado bruto por actividad económica de las industrias manufactureras. Así mismo, con base en la misma variación, se calcula el consumo de cera de parafina para el año 2021 y 2022.	El Banco Central de Honduras reporta la información histórica desde 2002 a 2015, se toman los datos proyectados en el NIR (2024) de 2016 a 2020 y se completa la serie de tiempo al 2022.

4.5.2.1. Datos de actividad de la categoría

El Banco Central de Honduras, entrega información sobre el consumo de lubricantes y cera de parafina entre 2002 y 2015, como se menciona en el Primer Informe Bienal de Transparencia, se completa la serie de tiempo con base en el valor agregado bruto por actividad económica.

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados por fuente de emisión:

Tabla 4-14. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: datos de actividad por fuente de GEI (Gg).

Año	2.D.1. Uso de lubricantes - Consumo de lubricantes (Gg)	2.D.2. Uso de cera de parafina - Consumo de cera de parafina (Gg)
1990	11.37	0.76
1991	12.13	0.81

Año	2.D.1. Uso de lubricantes - Consumo de lubricantes (Gg)	2.D.2. Uso de cera de parafina - Consumo de cera de parafina (Gg)
1992	12.88	0.86
1993	13.64	0.92
1994	14.40	0.97
1995	17.89	1.20
1996	18.57	1.25
1997	20.02	1.34
1998	21.30	1.43
1999	22.16	1.49
2000	17.89	1.18
2001	18.57	1.35
2002	20.02	1.61
2003	21.32	2.26
2004	23.26	0.31
2005	41.24	3.21
2006	47.26	3.20
2007	52.41	2.64
2008	61.41	1.84
2009	48.70	0.89
2010	50.30	2.14
2011	54.21	2.29
2012	51.32	2.91
2013	53.48	1.81
2014	51.80	1.37
2015	58.04	1.11
2016	67.53	1.98
2017	70.67	1.99
2018	73.80	2.00
2019	76.93	2.02
2020	80.06	2.03
2021	95.44	2.42
2022	101.84	2.58

4.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En la siguiente tabla se resumen los factores empleados para la estimación de emisiones de CO₂ en 2.D. *Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente*:

Tabla 4-15. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Factor	Valor	Unidad	Fuente
2.D.1. Uso de lubricantes 2.D.2. Uso de cera de parafina	CO ₂	Valor calórico neto	40.20	TJ.Gg	Cuadro 1.2. V2 Capítulo 1. IPCC 2006.
		Contenido de carbono	20	t C.TJ	Cuadro 1.3. V2 Capítulo 1. IPCC 2006.
		Factor ODU	0.20	Fracción	Cuadro 5.2. V3 Capítulo 5. IPCC 2006.

4.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para esta categoría no se aplica a las flexibilidades descritas en las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

4.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

En la Tabla 4-16 (Resultados de incertidumbre para la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente) se presentan los resultados de incertidumbre para la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada para CO₂ fue de ± 80.82 %, mientras que en 2022 disminuyó a ± 15.90 %, lo que representa una reducción absoluta de 64.92 puntos porcentuales y relativa del 80.33 %. Esta disminución progresiva evidencia un fortalecimiento sostenido en la calidad y disponibilidad de los datos de actividad, así como una aplicación más consistente de los factores de emisión relevantes para esta categoría.

Al analizar las subcategorías, 2.D.1. presenta las reducciones más pronunciadas: la incertidumbre cae de ± 86.05 % en 1990 a ± 16.28 % en 2022, equivalente a -69.77 puntos porcentuales, con mejoras especialmente marcadas después de 2005. En el caso de 2.D.2., aunque la incertidumbre también disminuye de forma significativa de ± 86.15 % a ± 33.38 % entre 1990 y 2022, presenta un comportamiento más variable, con un incremento en 2022 respecto a 2015 y 2020, lo que sugiere fluctuaciones en la representatividad de los datos o en la precisión de la información reportada para esta subcategoría.

Tabla 4-16. Resultados de incertidumbre para la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 2.D.	Agregado	7.15	80.82
1995	Total 2.D.	Agregado	11.25	74.24
2000	Total 2.D.	Agregado	11.24	67.73
2005	Total 2.D.	Agregado	26.21	46.69
2010	Total 2.D.	Agregado	30.92	37.56
2015	Total 2.D.	Agregado	34.87	32.52
2020	Total 2.D.	Agregado	48.40	23.60
2022	Total 2.D.	Agregado	61.57	15.90

1990	2.D.1.	CO ₂	6.70	86.05
1995	2.D.1.	CO ₂	10.55	79.06
2000	2.D.1.	CO ₂	10.55	72.06
2005	2.D.1.	CO ₂	24.32	50.09
2010	2.D.1.	CO ₂	29.66	39.12
2015	2.D.1.	CO ₂	34.22	33.14
2020	2.D.1.	CO ₂	47.21	24.19
2022	2.D.1.	CO ₂	60.05	16.28
1990	2.D.2.	CO ₂	0.45	86.15
1995	2.D.2.	CO ₂	0.71	76.16
2000	2.D.2.	CO ₂	0.70	67.19
2005	2.D.2.	CO ₂	1.89	61.20
2010	2.D.2.	CO ₂	1.26	45.28
2015	2.D.2.	CO ₂	0.65	27.46
2020	2.D.2.	CO ₂	1.20	28.44
2022	2.D.2.	CO ₂	1.52	33.38

4.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para esta categoría, se realiza el análisis de la disponibilidad de la información por cada fuente de datos, identificando su cobertura y representatividad. De no contar con la información completa se procede a emplear técnicas de empalme para garantizar la exhaustividad del inventario.

Posteriormente, se analiza la tendencia de los datos de actividad y una vez ejecutada la estimación, se analiza la relación de la tendencia de los resultados obtenidos con las fuentes de misión. Durante el proceso de análisis se identifican las variaciones significativas y sus posibles causas.

4.5.6. Recálculos de la categoría

En la siguiente figura se evidencia que para la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente, se realiza un ajuste de tendencia para el dato de consumo de lubricantes entre 2000 y 2002, manteniendo los datos históricos suministrados por el Banco Central de Honduras entre 2002 y 2015. Con este ajuste, se realiza la completitud de la serie de tiempo de 1990 a 1999, 2021 y 2022, empleando como

driver la variación del valor agregado bruto por actividad económica. Los datos de 2016 a 2020 fueron tomados de la proyección histórica del BUR2.

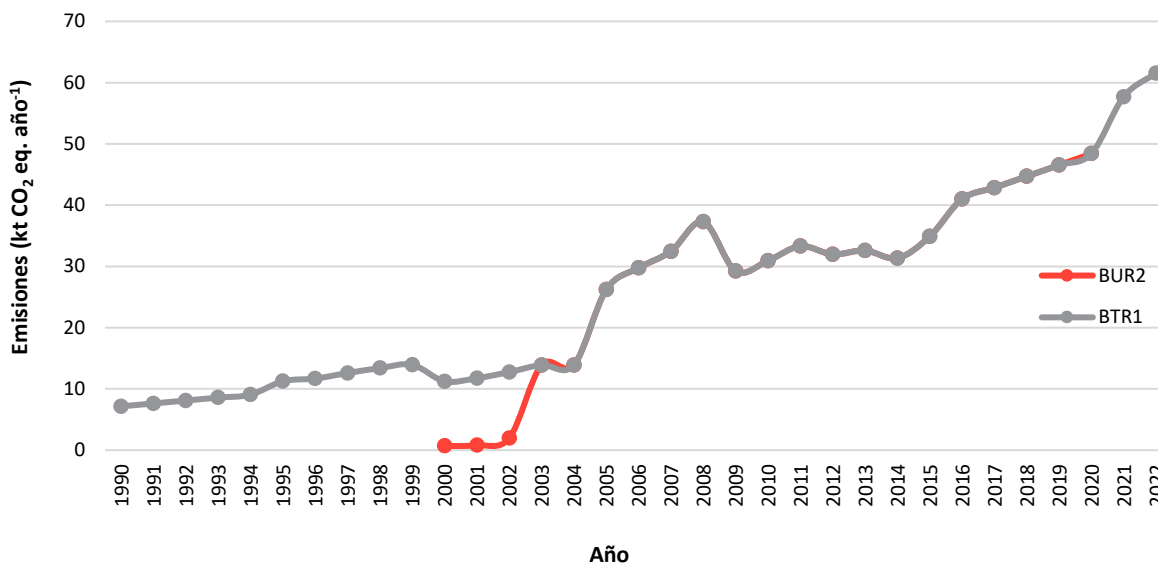


Figura 4-8. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

4.5.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 4-17 (2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: Plan de mejora propuesto), se presenta el plan de mejora para las subcategorías que causan emisiones por el uso no energético de combustibles y de solventes.

Tabla 4-17. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	Identificación de fuentes de información correctas	Identificar nuevos posibles proveedores de información que permitan conocer el uso de los lubricantes y la cera de parafina.	2030 – BTR4	SERNA Banco Central de Honduras INE

Tabla 4-18. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.D.3. Otros	Disponibilidad de información	Desarrollar mesas técnicas con el Banco Central de Honduras y demás entidades proveedoras de información sectorial y de estadísticas nacionales para lograr incluir la estimación de estas subcategorías en el inventario.	2028 – BTR3	SERNA UTOH ADUANAS



4.6. Industria electrónica (CRT 2.E)

Las emisiones de la industria electrónica no ocurren en el país.



4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (CRT 2.F)

4.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las emisiones estimadas en la subcategoría 2.F., correspondiente a los sustitutos fluorados de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), involucran principalmente hidrofluorocarbonos (HFC) y, en menor medida, perfluorocarbonos (PFC) y se dividen en dos tipos principales de fuentes de emisión (IPCC, 2006i).

Por un lado, están las aplicaciones de emisión rápida, como los aerosoles, los solventes de limpieza y las espumas flexibles (celdas abiertas), donde la liberación del gas de efecto invernadero ocurre casi de inmediato o muy rápidamente después de la fabricación o el uso. Por otro lado, las aplicaciones en la refrigeración y aire acondicionado, los agentes espumantes (especialmente las espumas rígidas de celdas cerradas) y los sistemas de protección contra incendios dan lugar al desarrollo de bancos de sustancias químicas, en

los cuales las emisiones se retrasan significativamente y se liberan a la atmósfera gradualmente a lo largo de la vida útil de los productos y al final de esta (IPCC, 2006i).

La existencia y la persistencia de estos bancos de sustancias químicas con liberación retardada tienen una implicación directa en la metodología para estimar las emisiones. Los compiladores del inventario deben centrarse en el cálculo de las emisiones reales (o efectivas), y no en el método de las emisiones potenciales. Por consiguiente, se requiere la adopción de metodologías más rigurosas (Nivel 2) que permitan la desagregación de los datos de actividad a nivel de sub-aplicación, junto con el uso de factores de emisión sofisticados para modelar y rastrear el desarrollo de los bancos a lo largo del tiempo, garantizando así la exactitud de las estimaciones anuales (IPCC, 2006i).

Honduras ratificó en 1993 su compromiso con el cumplimiento del Protocolo de Montreal (1987) que busca reducir el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) impulsando alternativas como los HFC y PFC. Sin embargo, dado que estas sustancias sustitutas tienen un alto potencial de calentamiento global, la Enmienda de Kigali (2016) al Protocolo amplió su alcance para regular su producción y consumo con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), razón por la que Honduras continúa con los esfuerzos para reducir las emisiones por el uso de estos gases fluorados.

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de las emisiones por el uso de sustancias sustitutas de las SAO:

Tabla 4-19. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	49.70	212.66	463.78	301.17	351.18	466.64	781.89	801.29	900.49
Total	49.70	212.66	463.78	301.17	351.18	466.64	781.89	801.29	900.49

Como se aprecia en la tabla anterior y en la siguiente figura, entre 1990 y 2022 las emisiones se incrementaron un 1,711.75 % en el sector de refrigeración y aire acondicionado por el uso de HFC, pasando de 49.70 kt CO₂ eq a 900.49 kt CO₂ eq entre el primer y último año de inventario.

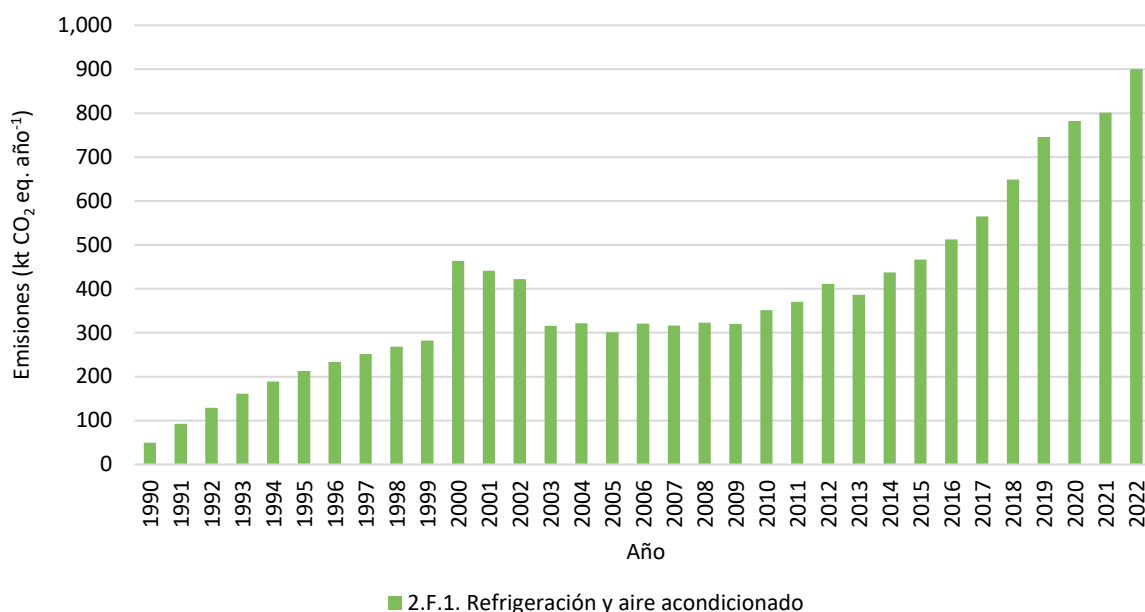


Figura 4-9. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.).

4.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la categoría 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono, las emisiones se estiman empleando el nivel metodológico 1a, basado en el Anexo 1 para el cálculo de 2F1, asociado al capítulo 5, volumen 3, de las Directrices IPCC 2006.

La Tabla 4-20 resume los aspectos metodológicos considerados en la estimación de emisiones de la categoría 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono:

Tabla 4-20. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: *aspectos metodológicos*.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono.	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-32 HFC-125 HFC-134a HFC-143a HFC-152a HFC-227ea HFC-236fa	1a	Ecuación 7.2B. Cálculo de las emisiones de una sustancia química de una aplicación con bancos. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo	Se toman los datos retro proyectados en el NID-2024, ya que la UTO suministró los datos desde 2010.	La UTOH suministra los datos de consumo de HFC y sus respectivas mezclas (2019-2022). Se consolida el consumo de cada sustancia como dato de actividad.

				7) aplicada a escala nacional.		

4.7.2.1. Datos de actividad de la categoría

La Unidad Técnica de Ozono de Honduras, suministra los datos de importaciones de las sustancias o mezclas de HFC. Las mezclas son desagregadas en sustancias y su consumo individual es consolidado en la siguiente tabla:

Tabla 4-21. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: datos de actividad por fuente de GEI (kg).

Año	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa
1990	6,452.53	20,431.91	142,764.39	NO	15,962.99	NO	NO
1991	6,517.71	20,638.29	144,206.46	NO	16,124.23	NO	NO
1992	6,583.55	20,846.76	145,663.09	NO	16,287.10	NO	NO
1993	6,650.05	21,057.34	147,134.43	NO	16,451.62	NO	NO
1994	6,717.22	21,270.04	148,620.64	NO	16,617.80	NO	NO
1995	6,785.07	21,484.88	150,121.86	NO	16,785.65	NO	NO
1996	6,853.60	21,701.90	151,638.24	NO	16,955.21	NO	NO
1997	6,922.83	21,921.11	153,169.94	NO	17,126.47	NO	NO
1998	6,992.76	22,142.54	154,717.11	NO	17,299.46	NO	NO
1999	7,063.39	22,366.20	156,279.91	NO	17,474.21	NO	NO
2000	7,134.74	22,592.12	157,858.49	NO	17,650.71	NO	NO
2001	7,206.81	22,820.33	159,453.03	NO	17,829.00	NO	NO
2002	7,279.61	23,050.84	161,063.66	NO	18,009.09	NO	NO
2003	7,353.14	23,283.67	162,690.57	NO	18,191.00	NO	NO
2004	7,427.41	23,518.86	164,333.91	NO	18,374.75	NO	NO
2005	7,502.44	23,756.42	165,993.84	NO	18,560.36	NO	NO
2006	7,578.22	23,996.39	167,670.55	NO	18,747.83	NO	NO
2007	7,654.77	24,238.78	169,364.19	NO	18,937.21	NO	NO
2008	7,732.09	24,483.61	171,074.94	NO	19,128.49	NO	NO
2009	7,810.19	24,730.92	172,802.97	NO	19,321.71	NO	NO
2010	5,373.87	24,829.85	167,065.41	NO	22,428.43	NO	NO
2011	8,714.31	20,791.05	184,807.56	NO	14,261.56	NO	NO
2012	11,109.98	34,609.37	207,038.57	NO	27,883.08	NO	NO
2013	6,042.60	18,693.42	132,300.35	NO	12,713.76	NO	NO
2014	20,767.19	80,597.74	140,123.69	NO	70,696.92	NO	NO
2015	27,610.44	64,434.72	247,673.52	NO	43,047.15	NO	NO
2016	34,951.40	70,325.30	267,149.00	NO	50,829.00	NO	NO
2017	40,678.70	81,019.30	289,255.00	NO	56,415.00	NO	NO
2018	64,211.00	120,471.00	334,360.00	207.60	63,078.00	500.00	NO
2019	61,049.10	124,378.50	445,124.40	180.00	71,068.00	100.00	NO
2020	40,954.00	97,402.80	280,560.80	1,170.00	65,252.40	100.00	NO
2021	41,819.00	98,465.80	285,578.80	28,250.00	65,986.40	750.00	NO
2022	59,955.70	100,300.30	310,603.90	31,370.00	44,328.00	530.00	260.00

Estos datos son ingresados al modelo de cálculo propuesto por el IPCC en el Anexo 1 del Volumen 3, en la pestaña Data.

4.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

De acuerdo con el método de estimación empleado para esta subcategoría, por el momento no se cuenta con información detallada sobre la tasa de crecimiento en ventas de nuevos equipos, la vida útil de los equipos, el factor de emisión desde la base instalada o el porcentaje de destrucción al final de la vida útil, razón por la que se conservan los valores por defecto sugeridos en la plantilla de cálculo. Sin embargo, se aclara que el país se encuentra haciendo los esfuerzos pertinentes para recolectar dicha información a través de fichas de solicitud detalladas.

Los factores seleccionados para la estimación son:

- Tasa de crecimiento en ventas de nuevos equipos: 2,5%
- Vida útil de los equipos: 10 años
- Factor de emisión desde la base instalada: 15%
- Porcentaje de destrucción al final de la vida útil: 25%

4.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para esta categoría no se aplica a las flexibilidades descritas en las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

4.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La evolución de la incertidumbre en la categoría 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono, específicamente en la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado, muestra un descenso sostenido durante el período 1990–2022 (ver Tabla 4-22). En 1990, la incertidumbre agregada alcanzaba ± 502.77 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 32.94 %, lo que representa una reducción absoluta de 469.83 puntos porcentuales y una reducción relativa de 93.45 %. Aunque la tendencia

general es descendente, la serie no es estrictamente sostenida, ya que tras la caída fuerte hacia el año 2000 ($\pm 33.68\%$), se observan incrementos intermedios en 2005 ($\pm 56.19\%$) y valores cercanos a $\pm 45\text{--}46\%$ entre 2010 y 2015, antes de retomar el descenso hacia 2020 ($\pm 40.87\%$) y 2022 ($\pm 32.94\%$).

A nivel de gases individuales, los hidrofluorocarbonos (HFC) muestran comportamientos diferenciados, con descensos pronunciados desde valores extremadamente altos en 1990. HFC-125 pasa de $\pm 709.80\%$ en 1990 a $\pm 71.30\%$ en 2022 (-638.50 puntos), con disminución fuerte hasta 2000 ($\pm 51.17\%$) y oscilaciones posteriores, incluyendo un leve aumento de 2020 ($\pm 68.10\%$) a 2022. HFC-134a reduce su incertidumbre de $\pm 802.77\%$ en 1990 a $\pm 57.10\%$ en 2022 (-745.67 puntos), con una caída marcada hacia 2000 y fluctuaciones posteriores, destacándose valores elevados en 2005 ($\pm 89.19\%$) y 2015 ($\pm 81.31\%$) antes del descenso reciente. HFC-143a también presenta una disminución sustantiva, de $\pm 762.92\%$ en 1990 a $\pm 41.61\%$ en 2022 (-721.31 puntos), aunque con un incremento notorio en 2020 ($\pm 82.19\%$) que sugiere variaciones interanuales en los datos de actividad y/o factores de emisión.

Los HFC menos representativos aparecen únicamente en años recientes y mantienen incertidumbres aún elevadas: HFC-152a disminuye de $\pm 275.36\%$ (2020) a $\pm 182.45\%$ (2022), HFC-227ea aumenta de $\pm 50.26\%$ (2020) a $\pm 76.00\%$ (2022), y HFC-236fa registra $\pm 234.85\%$ en 2022. Finalmente, HFC-32, que inicia con la incertidumbre más alta ($\pm 1,135.29\%$ en 1990), reduce este valor a $\pm 55.19\%$ en 2022, logrando una disminución absoluta de 1,080.10 puntos porcentuales, una de las reducciones más notables dentro de la subcategoría.

Tabla 4-22. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm(\%)$
1990	Total 2.F.1.	Agregado	49.70	502.77
1995	Total 2.F.1.	Agregado	212.66	89.45
2000	Total 2.F.1.	Agregado	463.78	33.68
2005	Total 2.F.1.	Agregado	301.17	56.19
2010	Total 2.F.1.	Agregado	351.18	45.15
2015	Total 2.F.1.	Agregado	466.64	46.13
2020	Total 2.F.1.	Agregado	781.89	40.87
2022	Total 2.F.1.	Agregado	900.49	32.94
1990	2.F.1.	HFC-125	9.72	709.80
1995	2.F.1.	HFC-125	41.57	184.24

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2000	2.F.1.	HFC-125	90.65	51.17
2005	2.F.1.	HFC-125	58.87	89.19
2010	2.F.1.	HFC-125	68.51	81.43
2015	2.F.1.	HFC-125	112.84	80.95
2020	2.F.1.	HFC-125	223.26	68.10
2022	2.F.1.	HFC-125	265.19	71.30
1990	2.F.1.	HFC-134a	27.84	802.77
1995	2.F.1.	HFC-134a	119.11	140.23
2000	2.F.1.	HFC-134a	259.77	51.17
2005	2.F.1.	HFC-134a	168.69	89.19
2010	2.F.1.	HFC-134a	195.07	69.36
2015	2.F.1.	HFC-134a	213.25	81.31
2020	2.F.1.	HFC-134a	310.90	67.55
2022	2.F.1.	HFC-134a	354.71	57.10
1990	2.F.1.	HFC-143a	11.49	762.92
1995	2.F.1.	HFC-143a	49.18	99.66
2000	2.F.1.	HFC-143a	107.24	62.91
2005	2.F.1.	HFC-143a	69.64	81.60
2010	2.F.1.	HFC-143a	83.23	73.27
2015	2.F.1.	HFC-143a	132.58	66.93
2020	2.F.1.	HFC-143a	226.61	82.19
2022	2.F.1.	HFC-143a	251.81	41.61
2020	2.F.1.	HFC-152a	0.03	275.36
2022	2.F.1.	HFC-152a	1.17	182.45
2020	2.F.1.	HFC-227ea	0.27	50.26
2022	2.F.1.	HFC-227ea	0.78	76.00
2022	2.F.1.	HFC-236fa	0.31	234.85
1990	2.F.1.	HFC-32	0.66	1,135.29
1995	2.F.1.	HFC-32	2.80	146.74
2000	2.F.1.	HFC-32	6.11	71.54
2005	2.F.1.	HFC-32	3.97	99.33
2010	2.F.1.	HFC-32	4.37	53.44
2015	2.F.1.	HFC-32	7.97	92.54
2020	2.F.1.	HFC-32	20.81	70.50
2022	2.F.1.	HFC-32	26.52	55.19

4.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para esta categoría, se realiza el análisis de la disponibilidad de la información por cada fuente de datos, identificando su cobertura y representatividad. De no contar con la información completa se procede a emplear técnicas de empalme para garantizar la exhaustividad del inventario.

Posteriormente, se analiza la tendencia de los datos de actividad y una vez ejecutada la estimación, se analiza la relación de la tendencia de los resultados obtenidos con las fuentes

de misión. Durante el proceso de análisis se identifican las variaciones significativas y sus posibles causas.

4.7.6. Recálculos de la categoría

De acuerdo con la siguiente figura, en el año 2020 se realiza la actualización de los datos de consumo de HFC-152a y HFC-227ea por la UTOH y se realiza la completitud de la serie de tiempo de 1990 a 2009 empleando técnicas de empalme.

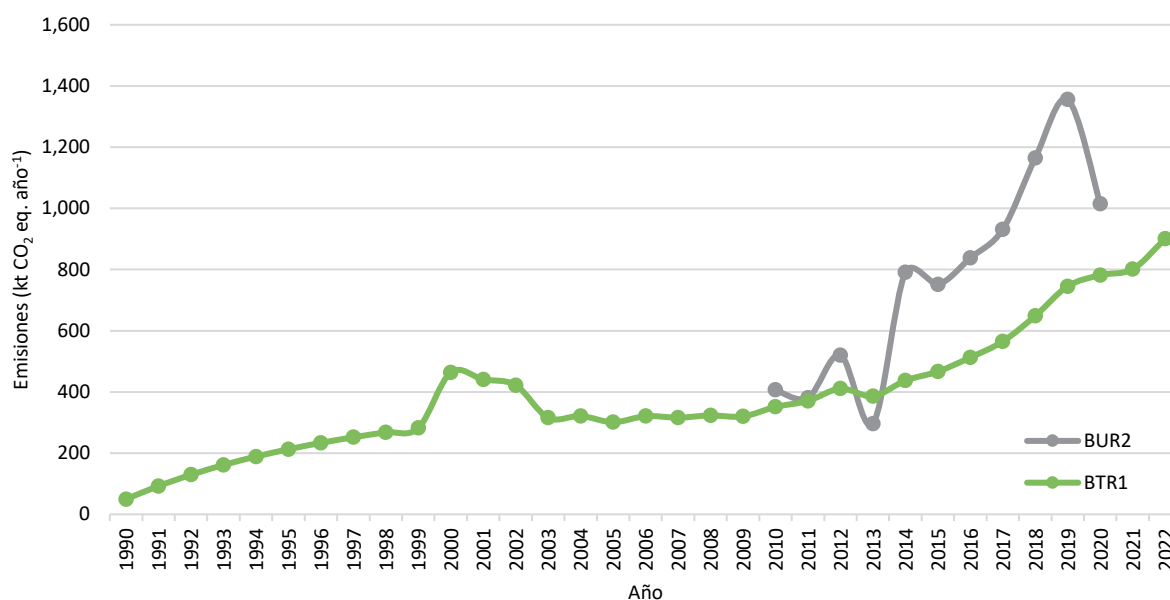


Figura 4-10. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.).

Así mismo, se realiza una actualización en el proceso de estimación de emisiones de 2.F.1, evitando el uso de la metodología de estimación de emisiones potenciales (Anexo 2, Volumen 3, Directrices IPCC 2006), a través de la implementación del método de nivel 1a y el uso del modelo de cálculo propuesto por el IPCC en el Anexo 1 (Volumen 3, Directrices IPCC 2006), que permite estimar las emisiones reales y los bancos.

4.7.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 4-23 y Tabla 4-24 se presenta el plan de mejora para las subcategorías de 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono:

Tabla 4-23. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Disponibilidad de información	Desarrollar mesas técnicas que permitan obtener más información sobre el uso de estas sustancias al nivel de sub-aplicación.	2028 – BTR3	SERNA UTOH

Tabla 4-24. 2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.F.2. Agentes espumantes 2.F.3. Protección contra incendios 2.F.4. Aerosoles 2.F.5. Solventes 2.F.6. Otras	Disponibilidad de información	Desarrollar mesas técnicas con la UTOH y la Administración Aduanera de Honduras para acceder los datos de importación de HFC o sus mezclas con relación a las aplicaciones mencionadas	2028 – BTR3	SERNA UTOH ADUANAS



4.8. Manufactura y utilización de otros productos (CRT 2.G)

No se cuenta con información detallada para realizar las estimaciones de emisiones de SF₆, cuyas fugas o emisiones se generan por su uso como aislante eléctrico para la transmisión segura y eficiente de electricidad. Por lo tanto, corresponde a una categoría no estimada en el inventario, razón por la que se aplica a la flexibilidad del párrafo 48 descrito en la Decisión 18/CMA.1.

Tabla 4-25. Categoría 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables

2.G.1. Equipos electrónicos	Disponibilidad de información	Realizar mesas técnicas sectoriales para lograr obtener la información para estimar las emisiones por el consumo de SF6 en los equipos electrónicos.	BTR4 - 2030	SERNA Empresas del sector (Centrales eléctricas, subestaciones, etc) ENEE



4.9. Otros (CRT 2.H)

4.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Dentro de las emisiones de la categoría 2.H. Otros se estiman las emisiones que no son consideradas en ninguna de las otras clasificaciones. Por ejemplo, se pueden estimar las emisiones dentro de la industria de pulpa y papel o la industria de alimentos y bebidas.

En la Tabla 4-26 se resumen las emisiones estimadas en el presente inventario:

Tabla 4-26. 2.H. Otros: total de GEI por subcategoría (kt COVDM).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
2.H.2. Industria de alimentación y bebidas	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43
Total	1.00	1.36	1.64	1.75	2.28	2.79	3.13	3.45	3.43

Como se evidencia en la tabla anterior y en la siguiente figura, las emisiones de COVDM presentan una tendencia creciente (Incremento >240 %), pasando de 1.00 kt a 3.43 kt.

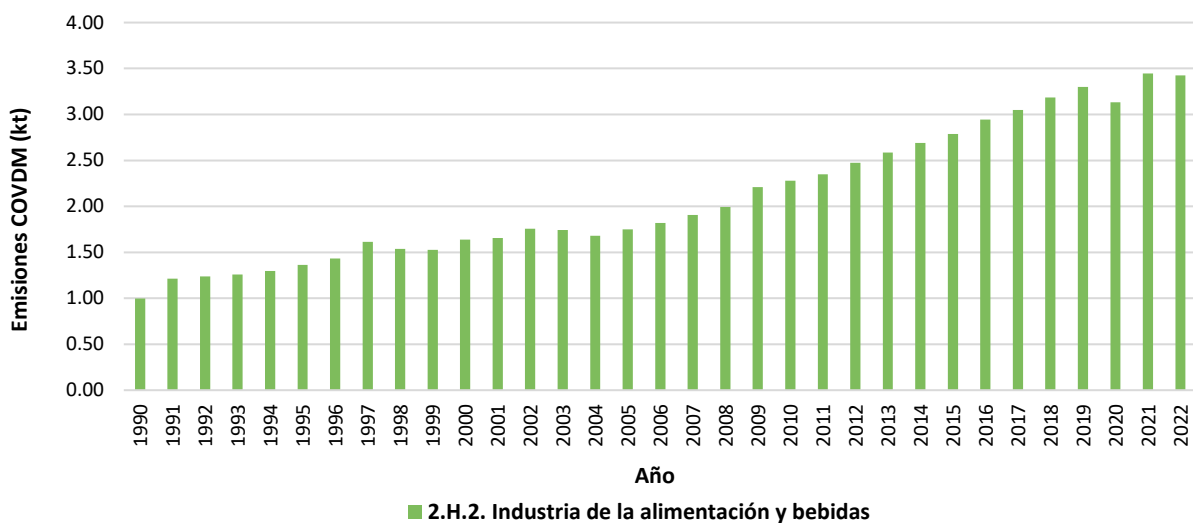


Figura 4-11. 2.H. Otros: total de CO2DM (kt CO2DM).

4.9.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las estimaciones para 2.H.2. Industria de alimentación y bebidas, se realiza siguiendo la aproximación del método 1 descrito en la Guía del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2019, siguiendo el algoritmo (1).

La Tabla 4-27 resume los aspectos metodológicos considerados en la estimación de emisiones de la categoría 2.H.2. Industria de alimentación y bebidas:

Tabla 4-27. 2.H. Otros aspectos metodológicos

Categoría	Subcategoría	Contaminante	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
2.H. Otros.	2.H.2. Industria de alimentación y bebidas.	CO2DM	1	Tier 1 EMEP/EEA 2019.	NA	El Banco Central de Honduras suministra los datos de producción de aguardiente, licor compuesto, cerveza, refrescos y harina de trigo.

4.9.2.1. Datos de actividad de la categoría

El Banco Central de Honduras, suministra la siguiente información:

Tabla 4-28. 2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas: datos de actividad por fuente de CO2DM (kt).

Año	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas - Producción de aguardiente y licor compuesto (t)	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas - Producción de cerveza (t)	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas - Producción de refrescos (t)	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas - Producción de harina de trigo (t)
1990	6,757.00	72,275.39	239,748.74	179,800.00
1991	8,250.00	67,066.42	314,837.64	216,700.00
1992	7,308.00	72,222.51	330,466.67	208,400.00
1993	6,971.00	83,552.14	311,150.77	228,400.00
1994	6,751.00	77,305.85	336,276.81	227,700.00
1995	7,507.00	83,841.72	374,255.63	216,100.00
1996	7,082.00	84,324.36	407,117.41	217,300.00
1997	7,298.00	104,299.99	468,404.57	226,200.00
1998	7,864.00	99,147.81	432,570.30	229,900.00
1999	7,920.00	96,298.81	419,559.24	239,400.00
2000	6,544.00	93,560.89	468,912.40	250,200.00
2001	7,589.00	89,830.72	481,751.35	248,300.00
2002	11,137.00	94,596.79	515,892.47	256,700.00
2003	12,445.00	92,413.56	517,374.46	249,800.00
2004	12,799.00	92,481.69	471,759.98	263,700.00
2005	12,402.00	98,756.02	482,489.15	280,400.00
2006	14,178.00	101,306.20	508,743.01	285,000.00
2007	13,203.00	103,997.28	535,770.86	300,100.00
2008	13,883.00	104,675.46	576,164.31	301,800.00
2009	14,319.00	89,931.86	676,049.92	323,900.00
2010	15,115.00	83,821.85	713,798.07	327,400.00
2011	18,628.00	91,215.83	733,076.36	331,900.00
2012	18,723.00	90,920.21	764,474.95	362,400.00
2013	18,555.00	97,106.88	808,335.60	368,700.00
2014	19,502.00	104,444.43	837,329.51	383,400.00
2015	19,561.00	130,578.70	860,385.52	384,000.00
2016	17,754.00	144,961.73	891,012.95	418,200.00
2017	16,743.00	153,893.42	918,138.05	436,400.00
2018	18,435.00	169,183.18	946,838.11	457,600.00
2019	17,725.00	178,875.38	999,876.74	452,900.00
2020	13,066.00	160,136.87	954,193.77	438,400.00
2021	21,992.00	213,833.09	1,051,422.37	435,400.00
2022	21,151.00	212,052.64	1,060,365.77	419,100.00

4.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En la siguiente tabla se resume el factor de emisión empleado para calcular las emisiones de COVDM en la industria de alimentos y bebidas.

Tabla 4-29. 2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas: factores de emisión aplicados por fuente de COVDM

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad	Fuente
2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	COVDM	2	kg.t producto	Tabla 3.1. Guía EMEP/EEA 2019.

4.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para esta categoría no se aplica a las flexibilidades descritas en las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

4.9.4. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para esta categoría, se realiza el análisis de la disponibilidad de la información por cada fuente de datos, identificando su cobertura y representatividad. De no contar con la información completa se procede a emplear técnicas de empalme para garantizar la exhaustividad del inventario.

Posteriormente, se analiza la tendencia de los datos de actividad y una vez ejecutada la estimación, se analiza la relación de la tendencia de los resultados obtenidos con las fuentes de emisión. Durante el proceso de análisis se identifican las variaciones significativas y sus posibles causas.

4.9.5. Recálculos de la categoría

Para esta subcategoría no se realizaron recálculos.

4.9.6. Plan de mejora de la categoría

En la siguiente tabla se resume el plan de mejora

Tabla 4-30. 2.H. Otros: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	Disponibilidad de información	Desarrollar mesas técnicas que permitan obtener mayor información sobre datos de producción de artículos alimenticios y bebidas que generen emisiones atmosféricas (Azúcar, leche, café, entre otros).	2028 – BTR3	SERNA UTOH Empresas del sector

Tabla 4-31. Categoría 2.H. Otros: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
2.H.1. Pulpa y papel	Si bien el Banco Central de Honduras presenta la producción de periódicos como parte de la industria de papel, es importante identificar si en el país se realiza producción de pulpa y papel para estimar las emisiones.	Verificar con las empresas productoras del sector si realizan la producción de pulpa	2028 – BTR3	SERNA Banco Central de Honduras Empresas del sector



CAPÍTULO 5

AGRICULTURA (CRT 3)



SERNA



5.1. Panorama general del sector

Para Honduras, la ganadería bovina representa la mayor fuente de emisiones dentro del sector Agricultura, esto se debe a su participación central en la economía agrícola y la seguridad alimentaria, lo que mantiene estable su población y una alta producción de CH₄ por fermentación entérica.

Actualmente el país no dispone de un inventario nacional propio y sistematizado de población animal, lo cual limita la disponibilidad de datos oficiales. En ausencia de esta información, el inventario de GEI utiliza como principal fuente los registros de FAOSTAT, que constituyen una referencia internacional estandarizada y permiten mantener la completitud de la serie temporal. Esta situación se repite en la mayoría de las categorías, solo en la categoría 3.G. Encalado se utiliza información propia del país para datos de actividad.

No obstante, se están desarrollando esfuerzos institucionales tanto para la construcción de un inventario animal nacional como para recolectar los datos de actividad propios del país para todas las categorías cuantificadas, esto con el objetivo de generar datos más representativos del contexto productivo del país.

La estimación de las emisiones atribuibles al sector Agricultura para la serie temporal 1990-2022 se desarrolló conforme a los lineamientos metodológicos establecidos en el Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, incorporando además actualizaciones introducidas en su Refinamiento de 2019.

5.1.1. Descripción del sector

En el sector de agricultura se cuantifican y reportan las emisiones de procesos productivos agrícolas (ganadería, manejo de suelos agrícolas, cultivo de arroz, almacenamiento y gestión de estiércol, quema de residuos agrícolas, entre otros) que generan emisiones de los tres principales gases para el sector: metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O) y Dióxido de carbono (CO_2).

De acuerdo con las modalidades, procedimientos y directrices (MPGs) incluidas en la decisión 18/CMA.1, las emisiones del sector agricultura se abordan por separado del sector de Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (UTCUTS), en este sentido se incluyen las emisiones por: 3.A. Fermentación entérica, la cual comprende emisiones de metano entérico producido por bovinos (ganado lechero y ganado no lechero), ovinos, porcinos, cabras, caballos, y mulas y asnos; 3.B. Gestión del estiércol, referente al manejo de las excretas de bovinos (ganado lechero y ganado no lechero), ovinos, porcinos, cabras, caballos, mulas y asnos, y aves de corral; 3.C. Cultivo de arroz; 3.D. Suelos agrícolas, que incluye las emisiones directas e indirectas de N_2O por la gestión de suelos agrícolas; 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo, donde se reportan las emisiones por quema de residuos agrícolas en el cultivo de caña de azúcar *(la cual se incorpora en este anexo gracias a la disponibilidad de información preliminar, avanzando en la mejora de la exhaustividad del inventario del sector agricultura)*¹; 3.G. Encalado, que engloba las emisiones por Piedra caliza (CaCO_3) y Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$); y también, 3.H. Aplicación de urea.

5.1.2. Tendencia de los GEI del sector

En la Tabla 5-1 se puede observar el reporte del último año inventariado para el sector, se incluye la información de emisiones por cada GEI para las categorías y subcategorías del sector. El total cuantificado fue de 8,285.61 kt CO_2 eq.

¹ Es importante señalar que la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo, no fue incluida en el documento BTR1; por lo tanto, la incorporación de estas emisiones en el presente anexo genera diferencias en las estimaciones reportadas para el sector agricultura y el inventario con respecto al documento principal del BTR1.

Tabla 5-1. Sector Agricultura: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
3.	Agricultura	145.99	191.12	10.24	8,285.61
3.A.	Fermentación entérica	NA	184.72	NA	5,172.21
3.A.1.	Ganado	NA	180.07	NA	5,042.05
3.A.1.a.	Ganado lechero	NA	50.78	NA	1,421.98
3.A.1.b.	Ganado no lechero	NA	129.29	NA	3,620.08
3.A.2.	Ovinos	NA	0.08	NA	2.37
3.A.3.	Porcinos	NA	0.21	NA	5.86
3.A.4.	Otro ganado	NA	4.35	NA	121.93
3.A.4.a.	Búfalos	NA	NE	NA	NE
3.A.4.b.	Camélidos	NA	NO	NA	NO
3.A.4.c.	Ciervos	NA	NE	NA	NE
3.A.4.d.	Cabras	NA	0.12	NA	3.49
3.A.4.e.	Caballos	NA	3.29	NA	92.19
3.A.4.f.	Mulas y asnos	NA	0.94	NA	26.25
3.A.4.g.	Aves de corral	NA	NA	NA	NA
3.A.4.h.	Otras especies	NA	NE	NA	NE
3.B.	Gestión del estiércol	NA	4.58	0.16	171.88
3.B.1.	Ganado lechero	NA	3.53	0.02	98.88
3.B.1.a.	Ganado no lechero	NA	1.30	NA	36.46
3.B.1.b.	Otros vacunos	NA	2.23	NA	62.42
3.B.2.	Ovinos	NA	0.003	NA	0.09
3.B.3.	Porcinos	NA	0.42	0.02	18.01
3.B.4.	Otro ganado	NA	0.63	0.11	46.54
3.B.4.a.	Búfalos	NA	NE	NE	NE
3.B.4.b.	Camélidos	NA	NO	NO	NO
3.B.4.c.	Ciervos	NA	NE	NE	NE
3.B.4.d.	Cabras	NA	0.01	NA	0.15
3.B.4.e.	Caballos	NA	0.40	NA	11.22
3.B.4.f.	Mulas y asnos	NA	0.11	NA	3.15
3.B.4.g.	Aves de corral	NA	0.11	0.11	32.02
3.B.4.h.	Otras especies	NA	NE	NE	NE
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión del estiércol	NA	NA	0.03	8.36
3.C.	Cultivo del arroz	NA	1.52	NA	42.68
3.C.1.	Arroz riego	NA	0.30	NA	8.30
3.C.2.	Arroz secano	NA	1.23	NA	34.39
3.C.3.	Aguas profundas	NA	NA	NA	NA
3.C.4.	Otros	NA	NA	NA	NA
3.D.	Suelos agrícolas	NA	NA	2.46	729.05
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	NA	NA	1.53	406.57
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	NA	NA	0.11	28.19
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	NA	NA	0.04	10.46
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	NA	NA	1.02	269.87
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	NA	NA	0.37	98.05
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo	NA	NA	NE	NE
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	NA	NA	NE	NE
3.D.1.g.	Otros	NA	NA	NE	NE
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	NA	NA	0.93	322.48
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	NA	NA	0.40	145.88
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	NA	NA	0.53	176.60
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NA	IE	IE	IE

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	NA	0.29	7.61	2,023.80
3.F.1.	Cereales	NA	NE	NE	NE
3.F.2.	Legumbres	NA	NE	NE	NE
3.F.3.	Tubérculos y raíces	NA	NE	NE	NE
3.F.4.	Caña de azúcar	NA	0.29	7.61	2,023.80
3.F.3.	Otros	NA	NE	NE	NE
3.G.	Encalado	10,29	NA	NA	10.29
3.G.1.	Piedra caliza CaCO ₃	0.47	NA	NA	0.47
3.G.2.	Dolomita CaMg(CO ₃) ₂	9.83	NA	NA	9.83
3.H.	Aplicación de urea	135.70	NA	NA	135.70
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NA	NA	NE
3.J.	Otros	NO	NA	NA	NO

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

El sector de Agricultura para el año 2022 aportó un total de 8,285.61 kt CO₂ eq, este valor corresponde al 34.91 % del total del INGEI excluyendo UTCUTS. Incluyendo el sector UTCUTS en valores absolutos, la participación del sector es de 30.87 %.

El perfil de emisiones del sector estuvo dominado por la categoría 3.A. Fermentación entérica, la cual aportó 62.42 % del total sectorial, equivalente a 5,172.21 kt CO₂ eq. Este predominio refleja la alta representatividad del hato bovino y la prevalencia de sistemas productivos basados en pastoreo extensivo, condiciones que intensifican las emisiones de CH₄ por digestión anaerobia en rumiantes. En segundo lugar, la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en campo, asociada a la prevalencia de la práctica de quema de residuos de caña de azúcar aportó el 24.43 %. El tercer lugar corresponde a la categoría 3.D. Emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos agrícolas contribuyó con 8.8 % del total sectorial, explicada principalmente por la deposición de excretas en sistemas de pastoreo, el retorno de N al suelo a través de residuos de cultivo y la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Con participaciones menores dentro del balance sectorial se encuentran las emisiones provenientes de 3.B. Gestión del estiércol (2.07 %), influenciadas por las prácticas de almacenamiento y manejo de excretas en las especies pecuarias; 3.H. Aplicación de urea (1.64 %), que considera las emisiones de CO₂ derivadas de la hidrólisis del fertilizante; 3.C. Cultivo de arroz (0.52 %), asociado principalmente a la generación de CH₄ en sistemas alimentados por lluvia (arroz seco); y 3.G. Encalado (0.12 %), fuente menor dentro del

conjunto de emisiones agrícolas atribuible a la liberación de CO₂ por la aplicación de enmiendas calcáreas.

En 1990, las emisiones del sector Agricultura alcanzaron las 6,419.43 kt CO₂ eq, incrementándose hasta 8,285.61 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un aumento acumulado del 29.07 % respecto al año base. A lo largo de toda la serie histórica, las emisiones promediaron 7,112.72 kt CO₂ eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 25.64 % y tasa media anual de crecimiento del 0.91 %, reflejando una tendencia creciente. Este comportamiento se explica fundamentalmente por la contribución sostenida de 3.A.1. Fermentación entérica y 3.F.4. Caña de azúcar, categorías que aportaron en promedio 60.57 % y 24.51 %, respectivamente, al total sectorial a lo largo de la serie temporal.

El análisis de la trayectoria temporal de las emisiones por cada subcategoría estimada muestra una disminución sostenida entre 1990 y 2000, seguida de un repunte significativo hacia el final de la serie temporal. Esta evolución responde, principalmente, a las fluctuaciones en el tamaño del inventario bovino, cuya reducción inicial y posterior recuperación ejercieron un efecto directo sobre las emisiones de CH₄ por fermentación entérica (3.A.1.), así como sobre una fracción de las emisiones directas e indirectas de N₂O de suelos gestionados (3.D.1. y 3.D.2.), debido al aporte de orina y estiércol de animales en pastoreo como fuentes de nitrógeno disponible en el suelo.

La contracción del hato bovino hondureño durante la década de 1990 puede atribuirse a un conjunto de factores estructurales y coyunturales. Entre los más relevantes se encuentran: 1) los altos precios ofrecidos por compradores de México y Guatemala, que incentivaron la salida de animales y redujeron el inventario nacional, afectando simultáneamente la producción de carne (Schuetz, 2006); 2) la eliminación de los programas de extensión y transferencia tecnológica a inicios de la década, como resultado de las recomendaciones del Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) orientadas a la privatización de estos servicios para facilitar el acceso a nuevos créditos (CEPAL, 2003); y 3) los impactos del Huracán Mitch en 1998, que ocasionó pérdidas severas en bienes

productivos, seguida de una sequía posterior, ambos eventos climáticos que deterioraron las condiciones productivas del subsector ganadero (Schuetz, 2006).

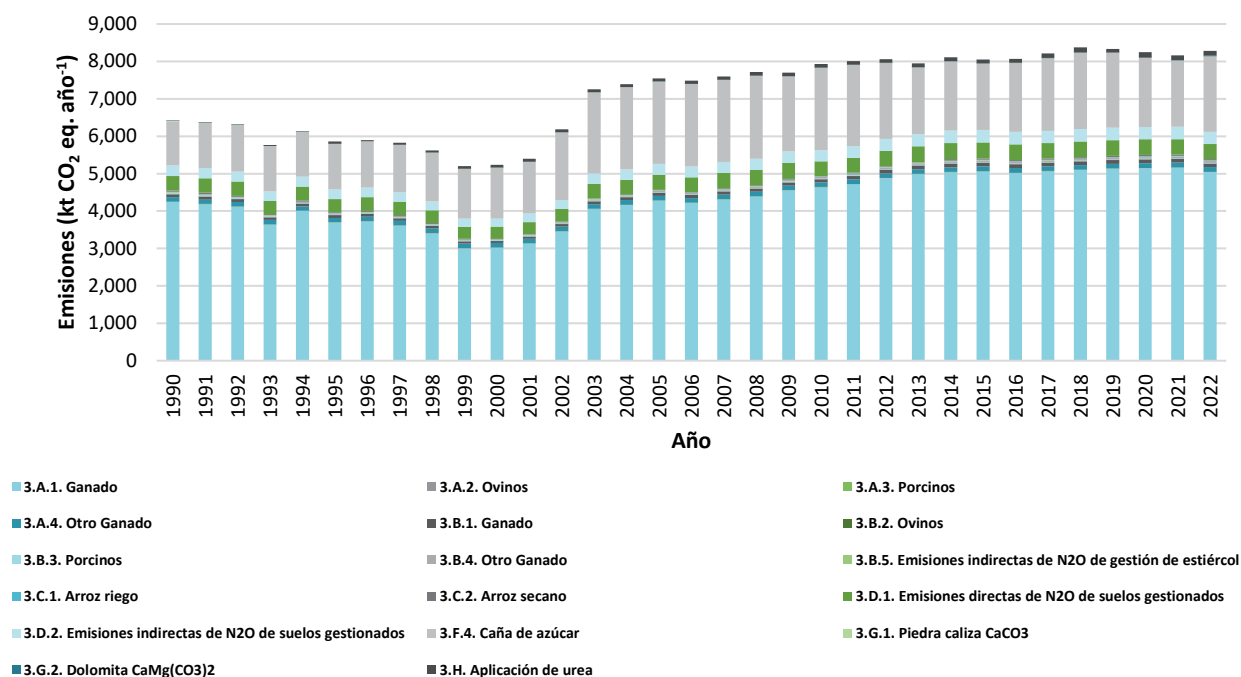


Figura 5-1. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (kt CO₂ eq).

En la Tabla 5-2 se puede observar de manera resumida el comportamiento de las emisiones por cada categoría del sector. La categoría con mayor cantidad de emisiones, 3.A. Fermentación entérica, aporta al sector en promedio 4,436.21 kt CO₂ eq a lo largo de la serie temporal, con una tasa de crecimiento de 18.42 % comparando el año base con el año 2022. Por su parte, la segunda categoría con mayor aporte al sector, 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo, contribuye en promedio con 1,743.67 kt CO₂ eq y una tasa de crecimiento del 70.95 % comparando el año base con el año 2022.

Tabla 5-2. Sector Agricultura: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.A. Fermentación entérica	4,367.64	3,819.11	3,146.25	4,407.34	4,764.22	5,189.71	5,275.86	5,291.53	5,172.21
3.B. Gestión del estiércol	137.52	118.88	108.97	149.67	158.29	176.53	177.91	178.26	171.88
3.C. Cultivo de arroz	42.54	32.05	7.67	13.64	17.83	45.02	48.80	42.33	42.68
3.D. Suelos agrícolas	672.25	605.56	539.20	690.56	689.59	754.66	745.60	738.01	729.05
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	1,183.83	1,227.35	1,363.77	2,203.98	2,206.71	1,775.35	1,848.89	1,771.69	2,023.80

3.G. Encalado	0.17	0.34	0.66	1.64	3.71	6.45	9.19	9.74	10.29
3.H. Aplicación de urea	15.48	53.02	71.74	82.10	92.46	102.82	139.79	127.03	135.70
Total	6,419.43	5,856.32	5,238.26	7,548.93	7,932.81	8,050.54	8,246.04	8,158.58	8,285.61

En la Figura 5-2 se puede observar la participación promedio histórica por categoría en el sector Agricultura para la serie temporal 1990-2022. La categoría de mayor aporte, 3.A. Fermentación entérica, contribuye en promedio con el 62.37 % de las emisiones del sector. Al mismo tiempo, la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo representa el 24.51 % de las emisiones.

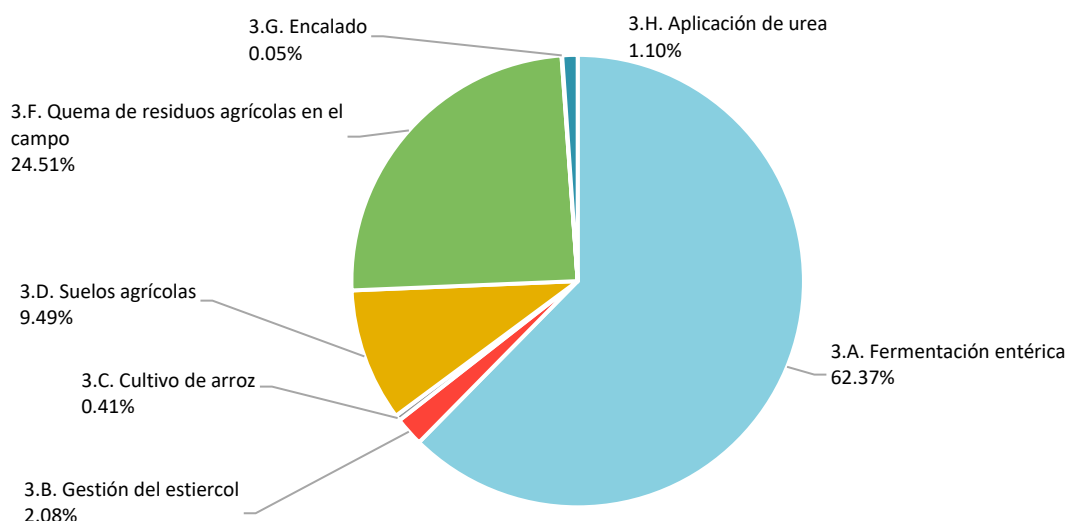


Figura 5-2. Sector Agricultura: Participación promedio histórica por categoría (%), 1990-2022.

El análisis de la distribución de las emisiones por tipo de gas evidencia que la mayor contribución corresponde al CH₄, con un promedio anual de 4,585.55 kt CO₂ eq (64.47 %), originado principalmente en la subcategoría 3.A.1. Ganado, donde la fermentación entérica de rumiantes constituye la fuente dominante. En cuanto al N₂O, se observa un aporte promedio de 2,445.89 kt CO₂ eq anuales (34.39 %), asociado en gran medida a las emisiones provenientes de la quema de residuos de caña de azúcar (3.F.4.) y de las emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos gestionados (3.D.1. y 3.D.2.). Por su parte, el CO₂ registra un aporte promedio comparativamente menor, de 81.28 kt CO₂ eq por año (1.14 %),

generado mayoritariamente por la subcategoría 3.H. Aplicación de urea, a través de las emisiones derivadas de su hidrólisis.

Tabla 5-3. Sector Agricultura: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	15.65	53.36	72.40	83.74	96.16	109.27	148.98	136.77	145.99
CH ₄	4,527.70	3,954.05	3,243.14	4,540.35	4,908.63	5,376.17	5,466.93	5,475.94	5,351.40
N ₂ O	1,876.08	1,848.91	1,922.72	2,924.84	2,928.02	2,565.10	2,630.13	2,545.87	2,788.23
Total	6,419.43	5,856.32	5,238.26	7,548.93	7,932.81	8,050.54	8,246.04	8,158.58	8,285.61

Para el año 2022, la estructura de emisiones por gas mantuvo una distribución similar a la tendencia histórica: el CH₄ representó 64.59 % del total reportado, seguido del N₂O con 33.65 %, mientras que el CO₂ aportó 1.76 %. En términos de crecimiento a lo largo de la serie temporal (ver Figura 5-3), el CH₄ pasó de 4,527.70 kt CO₂ eq en 1990 a 5,351.40 kt CO₂ eq en 2022, equivalente a un incremento acumulado del 18.19 %. El N₂O, por su parte, aumentó de 1,876.08 kt CO₂ eq en 1990 a 2,788.23 kt CO₂ eq en 2022, lo que refleja un crecimiento acumulado del 48.62 %, vinculado al incremento gradual de fuentes nitrogenadas en los sistemas agrícolas. Finalmente, el CO₂ pasó de 15.65 kt CO₂ eq en 1990 a 145.99 kt CO₂ eq en 2022, registrando la mayor tasa de crecimiento acumulada (832.74 %), impulsada principalmente por el aumento sostenido en el uso de urea a lo largo de las últimas décadas.

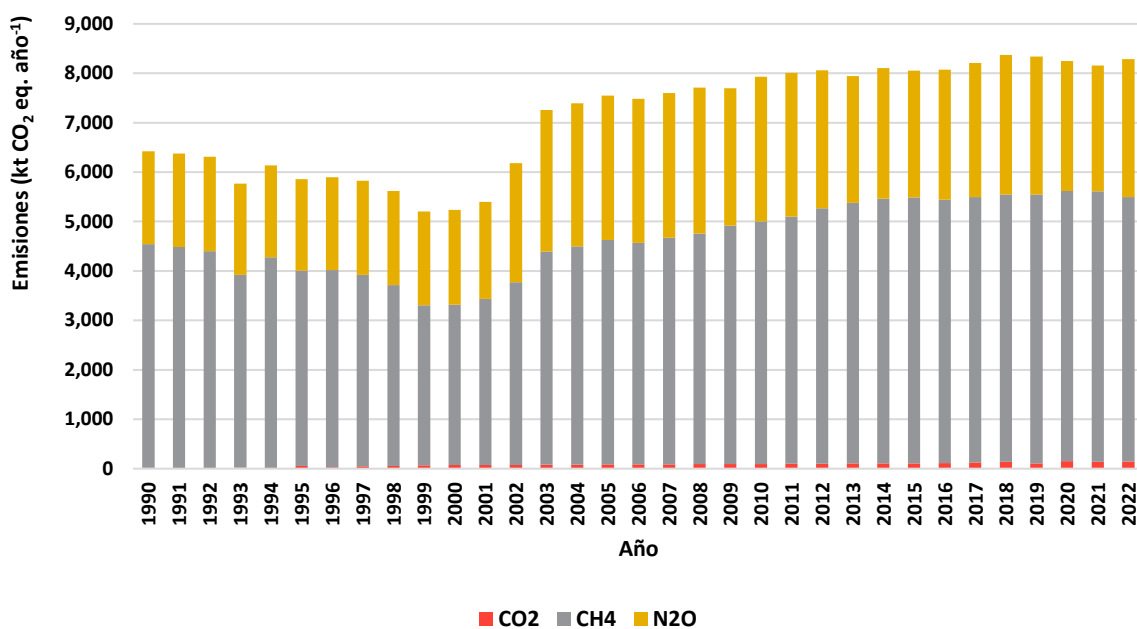


Figura 5-3. Sector Agricultura: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq.).

En el marco de este Inventario Nacional de GEI para el sector Agricultura, no se realiza la estimación de gases precursores tales como NO_x, CO, Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del metano (COVDM) y SO_x, dado que estos contaminantes no forman parte de los gases de efecto invernadero sujetos a reporte obligatorio bajo las Directrices del IPCC (2006) y su Refinamiento de 2019 para el sector.

5.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

La estimación de las emisiones atribuibles al sector Agricultura se desarrolló conforme a los lineamientos metodológicos establecidos en el Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, incorporando además actualizaciones introducidas en su Refinamiento de 2019. Para el sector en general se maneja un nivel metodológico Nivel 1 con factores de emisión por defecto del IPCC para cada uno de los gases estimados.

En la categoría 3.A. Fermentación entérica se cuantificaron las emisiones de CH₄ derivadas de los procesos de digestión microbiana en rumiantes, mientras que en 3.B. Gestión del

estiércol se cuantificaron las emisiones de CH₄ y N₂O asociadas al manejo y almacenamiento del estiércol en las principales especies pecuarias del país. Las especies incluidas son vacunos (desagregados en ganado lechero y no lechero), ovinos, porcinos, caprinos, caballos, mulas y asnos, además de aves de corral, conforme a las categorías definidas en las Directrices del IPCC. Las especies como camélidos, ciervos, renos, animales de piel y avestruces no se consideran debido a su ausencia en el territorio nacional, mientras que las emisiones provenientes de búfalos no fueron estimadas ante la falta de datos oficiales de actividad que permitan caracterizar adecuadamente sus parámetros productivos y de manejo o que evidencien su permanencia en el país.

Respecto a la categoría 3.C. Cultivo de arroz, se estimaron las emisiones de CH₄ asociadas a los sistemas de producción de arroz bajo las subcategorías 3.C.1. Arroz riego y 3.C.2. Arroz seco, sin contar con una desagregación adicional por régimen hídrico debido a la inexistencia de información detallada. Las subcategorías 3.C.3. y 3.C.4., relativas a otros sistemas de cultivo que generan emisiones de CH₄, no aplican al contexto nacional.

En la categoría 3.D. Suelos agrícolas se cuantificaron las emisiones directas e indirectas de N₂O provenientes de las fuentes incluidas en las subcategorías 3.D.1.a. Fertilizantes nitrogenados inorgánicos, 3.D.1.b. Fertilizantes nitrogenados orgánicos, 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo y 3.D.1.d. Residuos de cultivo. Sin embargo, no fue posible estimar 3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados al suelo, 3.D.1.e. Emisiones por mineralización e inmovilización de N asociadas a cambios en el contenido de materia orgánica, y 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles), debido a limitaciones de información y parámetros nacionales. La subcategoría 3.D.1.b.ii. Lodos de depuradora aplicados a los suelos no se incluye, dado que esta práctica no ocurre en el país.

En el sector UTCUTS, específicamente en la categoría de quema de biomasa (4.IV.), se estimaron las emisiones asociadas a 3.E. Quema prescrita de sabanas, utilizando los supuestos y factores especificados por el IPCC para incendios controlados en ecosistemas herbáceos. En la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo se incluyó la subcategoría 3.F.4. Caña de azúcar; no se incluyeron las subcategorías 3.F.1. Cereales, 3.F.2. Legumbres, 3.F.3 Tubérculos y raíces, ni 3.F.5. Otros debido a limitaciones de información.

Tampoco se incluyeron en el inventario las categorías 3.I Otros fertilizantes que contienen carbono, ni 3.J Otros, debido a la ausencia de datos de actividad, factores de emisión o parámetros nacionales, o porque la práctica no ocurre en el contexto del país.

La mayor parte de los datos de actividad utilizados en la estimación provienen de fuentes oficiales, entre ellas la SAG, que a su vez suministra información reportada en FAOSTAT, así como registros del INHGEOMIN y del Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica. Dado que esta es la primera vez que el país consolida y reporta información para el sector Agricultura cubriendo de manera continua el período 1990–2022, fue necesario recurrir a series históricas de dichas fuentes para aplicar técnicas de empalme en aquellos años con ausencia de datos.

Este proceso incluyó la generación de proyecciones y retroproyecciones, empleando modelos estadísticos de mejor ajuste de curva, seleccionados con base en criterios de precisión y estabilidad temporal. El objetivo principal fue preservar la coherencia de la tendencia histórica, reducir la incertidumbre asociada a vacíos de información y minimizar las discrepancias entre los valores estimados y los datos observados, garantizando así la integridad metodológica de la serie temporal empleada en el inventario.

En cuanto a los factores de emisión la mayoría corresponden a valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, tal es el caso de las categorías 3.B. Gestión del estiércol, 3.G. Encalado y 3.H. Aplicación de urea. Además, se incorporaron las actualizaciones introducidas en el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 en las categorías 3.A. Fermentación entérica, 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol, 3.C. Cultivo de arroz, 3.D. Suelos agrícolas y 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo.



5.2. Fermentación entérica (CRT 3.A)

5.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La estimación de las emisiones de CH_4 por fermentación entérica se fundamenta en la caracterización del proceso de digestión microbiana que ocurre tanto en rumiantes como en no rumiantes (por ejemplo, bovinos, ovinos, caprinos, porcinos, equinos, entre otras especies). En los rumiantes, la fermentación se desarrolla principalmente en el rumen, donde una comunidad compleja de microorganismos anaerobios descompone el alimento consumido a través de la fermentación, transformándolo en productos solubles que el animal puede utilizar como fuente energética. Como subproducto de este proceso se genera CH_4 , que es posteriormente liberado principalmente a través de eructos y, en menor proporción, por exhalación y flatulencia (IPCC, 2019b; Beauchemin et al., 2020).

La magnitud de CH_4 generado por los animales está condicionada por un conjunto de factores zootécnicos, nutricionales y ambientales, entre los que se incluyen: la especie, el peso vivo, el estado fisiológico, la edad, la composición nutricional del alimento (contenido de fibra, digestibilidad, proteína, carbohidratos no estructurales), la tasa y frecuencia de alimentación, el sistema de manejo, así como condiciones de estrés térmico o sanitario (Gerber et al., 2013; Hristoy et al., 2013).

Para la estimación de emisiones de fermentación entérica en el inventario nacional, se empleó como dato de actividad la población pecuaria, clasificada según las directrices del IPCC en subcategorías específicas para garantizar la coherencia metodológica. En el país, los animales se agruparon en las categorías 3.A.1. Ganado, 3.A.2. Ovinos, 3.A.3. Porcinos y 3.A.4. Otro ganado, que incluye caprinos, caballos, mulas y asnos. Dentro de esta última categoría no se incorporó a las aves de corral, debido a la ausencia de un factor de emisión validado para dicha especie, lo que imposibilita su estimación conforme a los lineamientos del IPCC. La selección de las subcategorías estuvo orientada a reflejar las características

productivas nacionales y asegurar la aplicación adecuada de los factores de emisión y parámetros correspondientes a cada grupo animal.

Las emisiones por Fermentación entérica (3.A.) aportaron un total de 4,367.64 kt CO₂ eq en 1990 y 5,172.21 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un crecimiento en las emisiones del 18.42 % entre el año inicial y el año final, una media anual de 4,436.21 kt CO₂ eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 0.67 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 22.47 %.

Esta categoría aportó el 62.42 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría con mayor contribución es 3.A.1. Ganado, la cual ha mantenido una media anual de 4,308.12 kt CO₂ eq y una contribución promedio del 97.11 % para la categoría y del 60.57 % para todo el sector de Agricultura. Respecto al aporte de las demás subcategorías, la segunda con mayor aporte es 3.A.4. Otro Ganado con un promedio anual de emisiones de 119.87 kt CO₂ eq y contribución promedio del 2.7 % en la categoría y del 1.69 % en todo el sector; luego se encuentra la subcategoría 3.A.3. Porcinos con un promedio anual de emisiones de 6.18 kt CO₂ eq y contribución promedio del 0.14 %, dentro de la categoría y del 0.09 % dentro de todo el sector. Finalmente, la subcategoría que menos aporta es 3.A.2. Ovinos con un promedio anual de emisiones de 2.05 kt CO₂ eq y contribución promedio del 0.05 % en la categoría y del 0.03 % en todo el sector.

Tabla 5-4. 3.A. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría animal (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.A.1. Ganado	4,243.43	3,694.62	3,017.83	4,278.44	4,635.35	5,059.94	5,145.92	5,161.49	5,042.05
3.A.2. Ovinos	1.40	1.85	1.92	2.08	2.17	2.24	2.30	2.33	2.37
3.A.3. Porcinos	7.56	5.32	6.02	6.28	6.02	6.18	5.90	5.88	5.86
3.A.4. Otro Ganado	115.25	117.32	120.48	120.54	120.69	121.35	121.74	121.83	121.93
Total	4,367.64	3,819.11	3,146.25	4,407.34	4,764.22	5,189.71	5,275.86	5,291.53	5,172.21

La tendencia de emisiones para esta categoría evidencia una reducción sostenida entre 1990 y 2000, seguida de un incremento progresivo desde 2000 hasta 2022. Este patrón temporal está directamente relacionado con las fluctuaciones en el inventario bovino, dado que la fermentación entérica es altamente dependiente del tamaño y composición del hato.

La disminución observada durante la década de 1990 se asocia a factores estructurales que afectaron la disponibilidad de animales en el país, entre ellos: (i) los altos precios ofrecidos por compradores internacionales, especialmente provenientes de México y Guatemala, que incentivaron la salida de animales y redujeron el inventario nacional (Schuetz, 2006); (ii) la eliminación de programas de extensión rural y transferencia tecnológica, resultado de reformas institucionales orientadas a la privatización de servicios de asistencia técnica, lo que disminuyó la capacidad de recuperación productiva (CEPAL, 2003); y (iii) los impactos del Huracán Mitch en 1998, que generó pérdidas significativas en infraestructura, forraje y activos pecuarios, profundizando la reducción del hato. Tras este período, la recuperación gradual de la actividad ganadera explica el incremento sostenido de emisiones registrado durante las dos décadas posteriores (Schuetz, 2006).

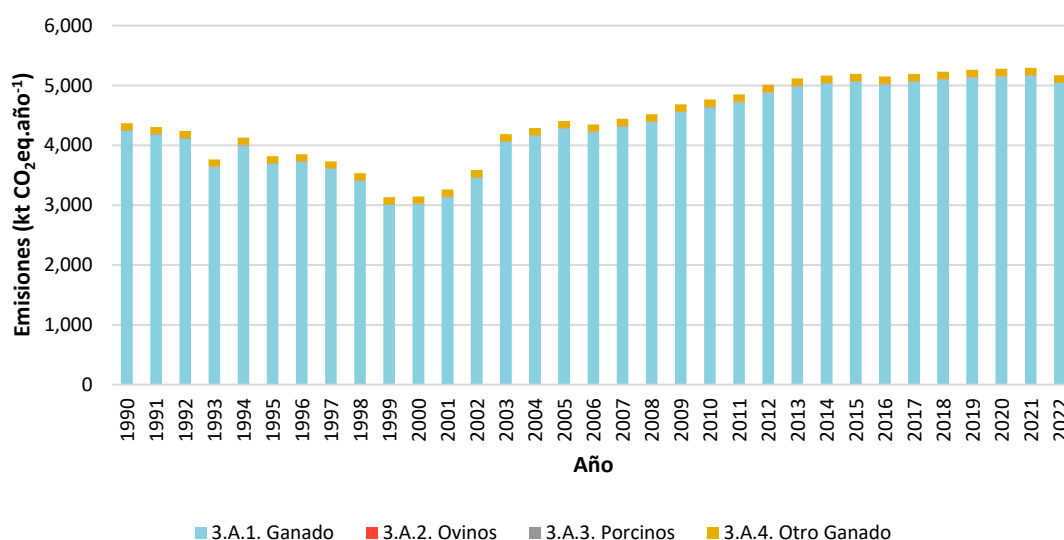


Figura 5-4. 3.A. Fermentación entérica: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

5.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las emisiones de esta categoría se estiman utilizando los lineamientos del Volumen 4, Capítulo 10 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para sistemas de baja productividad y la población animal por subcategoría.

Tabla 5-5. 3.A. Fermentación entérica: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.A. Fermentación entérica	3.A.1. Ganado	CH ₄	1	Ecuación. 10.19. Nivel 1. Emisiones de fermentación entérica de una categoría de ganado. Capítulo 10. Volumen 4. IPCC 2019.	NA	Fuente de datos de actividad: FAOSTAT
	3.A.2. Ovinos				NA	
	3.A.3. Porcinos				NA	
	3.A.4. Otro Ganado				NA	

5.2.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad usados para la serie temporal 1990-2022 de la categoría 3.A. Fermentación entérica corresponden al número de cabezas por cada subcategoría animal, los cuales fueron obtenidos de la base estadística internacional FAOSTAT.

En la siguiente tabla se muestran los datos de actividad utilizados por cada subcategoría estimada.

Tabla 5-6. 3.A. Fermentación entérica: datos de actividad por fuente de GEI (Cabezas de ganado).

Año	3.A.1.a. Ganado lechero	3.A.1.b. Ganado no lechero	3.A.2. Ovinos	3.A.3. Porcinos	3.A.4.d. Cabras	3.A.4.e. Caballos	3.A.4.f. Mulas y asnos
1990	547,962	1,876,038	10,000	269,945	26,000	171,000	90,800
1991	539,824	1,848,176	11,000	268,429	27,000	171,500	91,000
1992	531,460	1,819,540	12,000	270,576	27,500	171,500	91,200
1993	469,624	1,607,836	13,145	272,741	27,077	172,000	91,400
1994	516,766	1,769,234	13,150	183,014	28,000	173,000	91,600
1995	477,093	1,633,407	13,200	189,877	28,000	174,000	91,800
1996	480,891	1,646,409	13,200	203,603	28,000	175,000	92,000
1997	465,903	1,595,097	13,500	208,178	29,000	176,000	92,200
1998	439,681	1,505,319	13,600	208,178	29,000	177,000	92,300
1999	387,775	1,327,611	13,600	216,238	30,000	178,000	92,400
2000	226,978	1,553,022	13,700	215,041	31,000	179,000	92,600
2001	200,221	1,659,516	13,700	246,153	32,000	180,000	92,600
2002	227,469	1,822,891	14,444	246,169	24,924	180,000	92,600
2003	277,068	2,126,172	14,588	218,551	24,685	181,000	92,600
2004	322,889	2,128,421	14,733	220,760	24,446	181,000	92,600
2005	390,013	2,110,007	14,877	224,192	24,207	181,000	92,600
2006	419,713	2,034,383	15,000	203,676	24,500	181,000	92,600

Año	3.A.1.a. Ganado lechero	3.A.1.b. Ganado no lechero	3.A.2. Ovinos	3.A.3. Porcinos	3.A.4.d. Cabras	3.A.4.e. Caballos	3.A.4.f. Mulas y asnos
2007	453,505	2,045,575	15,000	204,494	24,500	181,000	92,600
2008	458,169	2,086,719	15,000	205,316	24,500	181,000	92,600
2009	381,283	2,291,968	15,000	211,934	24,500	181,100	92,800
2010	462,252	2,232,629	15,500	214,874	24,500	181,100	92,800
2011	635,052	2,051,481	16,000	208,231	25,000	181,200	92,900
2012	759,761	1,982,659	16,000	222,332	25,000	181,500	93,150
2013	857,825	1,916,175	16,000	222,819	25,000	181,500	93,150
2014	935,846	1,842,154	16,000	224,192	25,000	182,000	93,200
2015	939,597	1,852,129	16,002	220,719	24,956	182,046	93,243
2016	837,988	1,962,579	16,014	215,568	24,863	182,044	93,295
2017	877,813	1,937,602	16,034	212,338	24,787	182,020	93,349
2018	901,490	1,926,824	16,061	209,801	24,719	181,946	93,407
2019	911,983	1,932,296	16,207	211,032	24,811	182,499	93,537
2020	906,493	1,949,595	16,409	210,725	24,897	182,633	93,606
2021	899,320	1,968,824	16,642	209,910	24,898	182,777	93,676
2022	651,089	2,229,111	16,902	209,296	24,898	182,921	93,747

5.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para esta categoría se emplearon factores de emisión por defecto de la tabla 10.10 y 10.11 del Capítulo 10, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión utilizados por cada subcategoría estimada.

Tabla 5-7. 3.A. Fermentación entérica: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.A.1.a. Ganado lechero	CH ₄	78.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.1.b. Ganado no lechero	CH ₄	58.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.2. Ovinos	CH ₄	5.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.3. Porcinos	CH ₄	1.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.d. Cabras	CH ₄	5.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.e. Caballos	CH ₄	18.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	10.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹

5.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad metodológica. No obstante, el país reconoce las limitaciones actuales en la disponibilidad y consolidación de la información, motivo por el cual se encuentra trabajando en el inventario animal del país y en la caracterización de los sistemas productivos. Este esfuerzo permitirá avanzar hacia estimaciones más completas y exhaustivas en futuros inventarios.

5.2.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La evolución de la incertidumbre en la subcategoría 3.A. Fermentación entérica entre 1990 y 2022 muestra una reducción progresiva y sostenida Tabla 5-8. En 1990, la incertidumbre agregada era de $\pm 79.82\%$, mientras que para 2022 descendió a $\pm 29.55\%$, lo que representa una disminución absoluta de 50.27 puntos porcentuales y relativa del 62.96 %. Este comportamiento refleja la mejora continua en la calidad de los datos de actividad pecuaria, resultado de inventarios ganaderos más precisos y de una mayor disponibilidad de parámetros productivos y nutricionales medidos.

Al examinar las subcategorías, las reducciones son igualmente consistentes. Para 3.A.1. bovinos, la incertidumbre cae de $\pm 82.13\%$ en 1990 a $\pm 30.3\%$ en 2022, lo que corresponde a una disminución del 63.09 %. En 3.A.3., el descenso es similar: de $\pm 109.19\%$ a $\pm 40.24\%$ entre 1990 y 2022 (-63.15%). Por su parte, 3.A.2., asociada a pequeños rumiantes, presenta una de las mejoras más notorias, pasando de $\pm 112.15\%$ a $\pm 20.01\%$, mientras que 3.A.4. reduce su incertidumbre de $\pm 83.79\%$ a $\pm 16.72\%$, equivalente a una disminución de 67.07 puntos porcentuales.

Tabla 5-8. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 3.A. Fermentación entérica.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 3.A.	Agregado	4,367.64	79.82
1995	Total 3.A.	Agregado	3,819.11	83.93
2000	Total 3.A.	Agregado	3,146.25	52.96
2005	Total 3.A.	Agregado	4,407.34	55.86
2010	Total 3.A.	Agregado	4,764.22	37.97
2015	Total 3.A.	Agregado	5,189.71	26.22

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	Total 3.A.	Agregado	5,275.86	19.72
2022	Total 3.A.	Agregado	5,172.21	29.55
1990	3.A.1.	CH ₄	4,243.43	82.13
1995	3.A.1.	CH ₄	3,694.62	86.74
2000	3.A.1.	CH ₄	3,017.83	55.17
2005	3.A.1.	CH ₄	4,278.44	57.54
2010	3.A.1.	CH ₄	4,635.35	39.02
2015	3.A.1.	CH ₄	5,059.94	26.89
2020	3.A.1.	CH ₄	5,145.92	20.21
2022	3.A.1.	CH ₄	5,042.05	30.31
1990	3.A.2.	CH ₄	1.40	112.15
1995	3.A.2.	CH ₄	1.85	61.64
2000	3.A.2.	CH ₄	1.92	55.83
2005	3.A.2.	CH ₄	2.08	43.38
2010	3.A.2.	CH ₄	2.17	41.64
2015	3.A.2.	CH ₄	2.24	34.64
2020	3.A.2.	CH ₄	2.30	33.90
2022	3.A.2.	CH ₄	2.37	20.01
1990	3.A.3.	CH ₄	7.56	109.19
1995	3.A.3.	CH ₄	5.32	115.32
2000	3.A.3.	CH ₄	6.02	66.41
2005	3.A.3.	CH ₄	6.28	71.48
2010	3.A.3.	CH ₄	6.02	49.24
2015	3.A.3.	CH ₄	6.18	38.26
2020	3.A.3.	CH ₄	5.90	28.48
2022	3.A.3.	CH ₄	5.86	40.24
1990	3.A.4.	CH ₄	115.25	83.79
1995	3.A.4.	CH ₄	117.32	59.10
2000	3.A.4.	CH ₄	120.48	51.14
2005	3.A.4.	CH ₄	120.54	32.57
2010	3.A.4.	CH ₄	120.69	32.92
2015	3.A.4.	CH ₄	121.35	30.67
2020	3.A.4.	CH ₄	121.74	22.64
2022	3.A.4.	CH ₄	121.93	16.72

5.2.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

El equipo técnico realizó reuniones de revisión sistemática de los datos de actividad utilizados y los resultados de las estimaciones realizadas para validar la información. Este proceso incluyó la actualización y verificación de los factores de emisión y de las variables empleadas, garantizando su pertinencia respecto al contexto nacional y las particularidades

de los sistemas productivos. A su vez, realizó una verificación de que el cambio en la tendencia de las emisiones se explicara por documentación de fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos. Las revisiones realizadas se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.2.6. Recálculos de la categoría

Al comparar las emisiones del inventario de GEI reportado en el BUR2 con el actual inventario de GEI reportado en el BTR1, se puede ver un crecimiento anual promedio del 46.50 % para la categoría 3.A. Fermentación entérica en la serie temporal 2000-2020. Este aumento se debe a que en el BUR2 solo se incluyeron las especies de bovinos y porcinos, mientras que, para el BTR1, además de incluir bovinos y porcinos, se incluyeron ovinos, caprinos, caballos, mulas y asnos. Adicionalmente, se realizó una actualización de datos de actividad empleando una única fuente de información, lo que permitió asegurar la coherencia. Asimismo, se realizó una actualización de factores de emisión para fermentación entérica de Nivel 1 para ganado bovino, del Capítulo 10, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

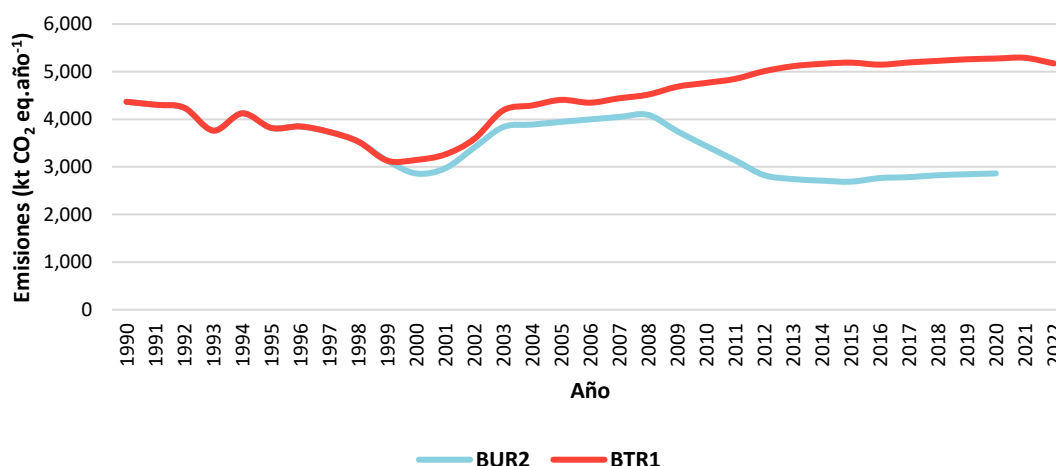


Figura 5-5. 3.A. Fermentación entérica: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq).

5.2.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país y la caracterización de los sistemas productivos.

Tabla 5-9. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.A.1. Ganado	Datos de actividad del ganado vacuno desde 1990.	Elaborar un inventario oficial del ganado vacuno de forma anual.	2026-2028 BTR 2-3	SAG, SERNA, INE, OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)
	Estructura del ganado vacuno y otros parámetros asociados a la caracterización animal.	Es fundamental realizar una caracterización de los animales, tal como recomienda el IPCC.		SAG, SERNA, INE
	Dada la importancia del ganado vacuno en el país, se requiere estimar emisiones bajo un nivel metodológico 2.	Analizar estudios relacionados con los factores de emisión de CH ₄ entérico o crear modelos que faciliten la obtención de estimaciones de nivel 2.		Centros de investigación, Academia
3.A.2. Ovinos	Datos de actividad de ovinos desde 1990.	Elaborar un inventario oficial de ovinos de forma anual.	2026-2028 BTR 2-3	SAG, SERNA, INE, OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)
3.A.3. Porcinos	Datos de actividad de porcinos desde 1990.	Determinar estrategias para reconstruir la población histórica de cerdos en el país.	2026-2028 BTR 2-3	SAG, SERNA, INE, OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)
	Identificación de Sistemas productivos en el país.	Organizar mesas técnicas de trabajo para identificar los diferentes sistemas de producción porcina.		Expertos técnicos de campo, Gremio de productores.
3.A.4. Otro ganado	Datos de actividad de otro ganado desde 1990.	Elaborar un inventario oficial de otro ganado de forma anual.	2026-2028 BTR 2-3	SAG, SERNA, INE, OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)

Adicionalmente, en la siguiente tabla se presenta el plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Tabla 5-10. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.A.4. Otro Ganado	Información histórica de poblaciones de búfalos y otras especies	Desarrollar inventario o censos oficiales desde 1990.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA, Expertos técnicos de campo, Gremio de productores



5.3. Gestión del estiércol (CRT 3.B.)

5.3.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En la categoría se incluyen las subcategorías en las cuales se cuantifican las emisiones de CH_4 y N_2O , tanto directas como indirectas, generadas en los sistemas de producción animal, específicamente en los procesos de tratamiento, manejo, almacenamiento y transporte del estiércol (IPCC, 2019b; Rivera & Chará, 2021).

El CH_4 se origina principalmente por la descomposición anaeróbica del estiércol cuando este se almacena en condiciones sin oxígeno, como ocurre en sistemas líquidos o semilíquidos (lagunas, estanques, tanques o fosas). En contraste, cuando el estiércol se maneja en forma sólida (por ejemplo, en pilas o corrales) y se mantiene seco, la descomposición ocurre de manera aeróbica, generando CO_2 y cantidades mínimas de CH_4 . Además, cuando el estiércol es depositado directamente en pasturas o potreros, las condiciones de humedad del suelo favorecen la producción de CH_4 (Environmental Protection Agency (EPA), 2018; Rivera & Chará, 2021).

Por otra parte, las emisiones directas de N_2O se originan a partir de los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno amoniacal presente en las heces y la orina del ganado. La magnitud de estas emisiones depende tanto del sistema de manejo del estiércol como del tiempo de almacenamiento o tratamiento al que este es sometido (Environmental Protection Agency (EPA), 2018; Rivera & Chará, 2021).

Las emisiones indirectas de N_2O (3.B.5.), se encuentran asociadas a la descomposición del nitrógeno reactivo en el suelo. Estas emisiones provienen del nitrógeno que se volatiliza como NH_3 y NO_x , así como de las pérdidas por lixiviación y escorrentía.

Para la estimación de emisiones por gestión del estiércol, se empleó como dato de actividad la población pecuaria, clasificada según las directrices del IPCC en subcategorías específicas para garantizar la coherencia metodológica. En el país, las emisiones se agruparon en las categorías 3.B.1. Ganado, 3.B.2. Ovinos, 3.B.3. Porcinos y 3.B.4. Otro ganado, que incluye caprinos, caballos, mulas y asnos, y aves de corral. Adicionalmente, se encuentra la subcategoría 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol, allí solamente se reporta la información asociada a porcinos, esto por falta de caracterización de los sistemas productivo en cuanto a la gestión del estiércol.

Las emisiones por Gestión del estiércol (3.B.) aportaron un total de 137.52 kt CO_2 eq en 1990 y 171.88 kt CO_2 eq en 2022, esto representa un crecimiento en las emisiones del 24.99 % entre el año inicial y el año final, una media anual de 147.65 kt CO_2 eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 0.76 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 11.36 %. Esta categoría aportó el 2.07 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría con mayor contribución es 3.B.1. Ganado, la cual ha mantenido una media anual de 84.72 kt CO_2 eq y una contribución promedio del 57.38 % para la categoría y del 1.19 % para todo el sector de Agricultura.

Respecto al aporte de las demás subcategorías, la segunda con mayor aporte es 3.B.4. Otro Ganado con un promedio anual de emisiones de 35.06 kt CO_2 eq y contribución promedio del 23.74 % para la categoría y del 0.49 % para todo el sector; luego se encuentra la subcategoría 3.B.3. Porcinos con un promedio anual de emisiones de 18.98 kt CO_2 eq y

contribución promedio del 12.85 % para la categoría y del 0.27 % para todo el sector; también se encuentra la subcategoría 3.B.5. Emisiones indirectas de N₂O de gestión de estiércol, con un promedio anual de emisiones de 8.81 kt CO₂ eq y contribución promedio del 5.96 % para la categoría y del 0.12 % para todo el sector; finalmente, la subcategoría que menos aporta es 3.B.2. Ovinos con un promedio anual de emisiones de 0.08 kt CO₂ eq y contribución promedio del 0.06 % para la categoría y del 0.001 % para todo el sector.

Tabla 5-11. 3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría animal (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.B.1. Ganado	83.21	72.45	56.20	80.92	88.40	104.48	105.35	105.49	98.88
3.B.2. Ovinos	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
3.B.3. Porcinos	23.23	16.34	18.50	19.29	18.49	18.99	18.13	18.06	18.01
3.B.4. Otro Ganado	20.24	22.44	25.61	40.42	42.74	44.16	45.92	46.23	46.54
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol	10.78	7.58	8.58	8.95	8.58	8.81	8.41	8.38	8.36
Total	137.52	118.88	108.97	149.67	158.29	176.53	177.91	178.26	171.88

La tendencia de emisiones para esta categoría evidencia una reducción sostenida entre 1990 y 2000, seguida de un incremento progresivo desde 2000 hasta 2022. Este patrón temporal, como ya se explicó en la categoría 3.A. Fermentación entérica, está directamente relacionado con las fluctuaciones en el inventario bovino, dado que la fermentación entérica es altamente dependiente del tamaño y composición del hato.

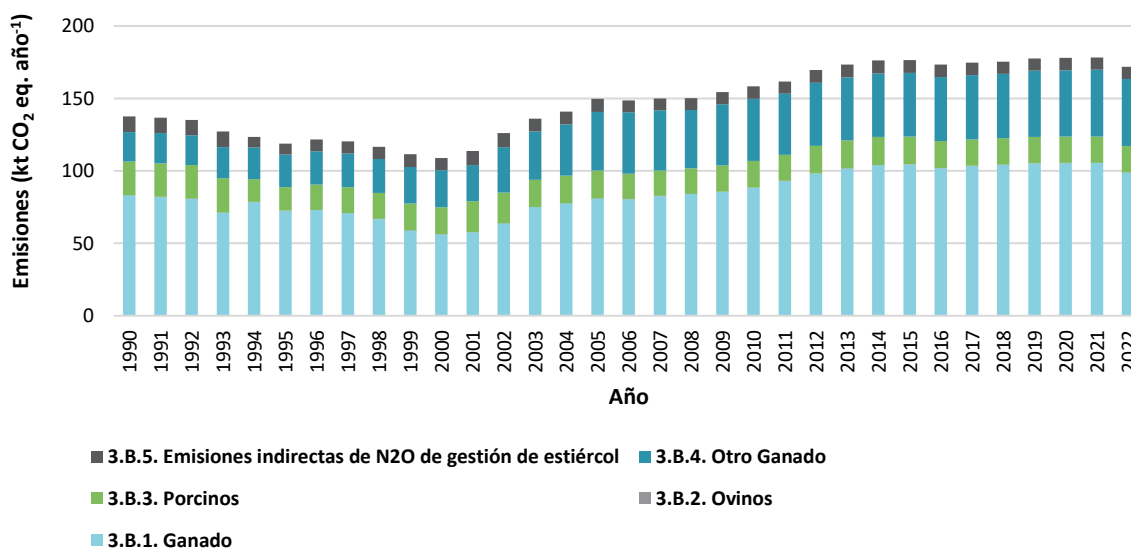


Figura 5-6. 3.B. Gestión del estiércol: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

5.3.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las emisiones de esta categoría se estiman utilizando los lineamientos del Volumen 4, Capítulo 10 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero para 3.B.1. Ganado, 3.B.2. Ovinos, 3.B.3. Porcinos y 3.B.4. Otro Ganado; para el caso de 3.B.5. se utilizó el Refinamiento de 2019. Se empleó un método de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para sistemas de baja productividad de acuerdo con el clima, la población animal por subcategoría y el sistema de gestión del estiércol.

Tabla 5-12. 3.B. Gestión del estiércol: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.B. Gestión del estiércol	3.B.1. Ganado	CH ₄ y N ₂ O	1	Ecuación 10.22. Nivel 1. Emisiones de CH ₄ de la gestión del estiércol. Capítulo 10. Volumen 4. IPCC 2006. Ecuación. 10.25. Nivel 1. Capítulo 10. Volumen 4. IPCC 2019.	NA	Fuente de datos de actividad: FAOSTAT
	3.B.2. Ovinos				NA	
	3.B.3. Porcinos				NA	
	3.B.4. Otro Ganado				NA	
	3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol	N ₂ O	1	Ecuación 10.28. Nivel 1. Emisiones indirectas de N ₂ O debida a la volatilización de N procedente del manejo del estiércol, Capítulo 10. Volumen 4. IPCC 2019.	NA	Datos de actividad generados en las categorías de ganado bovino, porcinos y aves de corral.

5.3.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad usados para la serie temporal 1990-2022 de la categoría 3.B. Gestión del estiércol corresponden al número de cabezas por cada subcategoría animal, los cuales fueron obtenidos de la base estadística internacional FAOSTAT.

En la siguiente tabla se muestran los datos de actividad utilizados por cada subcategoría estimada.

Tabla 5-13. 3.B. Gestión del estiércol: datos de actividad por fuente de GEI y subcategoría (cabezas de ganado.año⁻¹).

Año	3.B.1.a. Ganado lechero	3.B.1.b. Ganado no lechero	3.B.2. Ovinos	3.B.3. Porcinos	3.B.4.d. Cabras	3.B.4.e. Caballos	3.B.4.f. Mulas y asnos	3.B.4.g. Aves de corral
1990	547,962	1,876,038	10,000	269,945	26,000	171,000	90,800	1,123,288
1991	539,824	1,848,176	11,000	268,429	27,000	171,500	91,000	1,235,616
1992	531,460	1,819,540	12,000	270,576	27,500	171,500	91,200	1,137,666
1993	469,624	1,607,836	13,145	272,741	27,077	172,000	91,400	1,313,910
1994	516,766	1,769,234	13,150	183,014	28,000	173,000	91,600	1,381,644
1995	477,093	1,633,407	13,200	189,877	28,000	174,000	91,800	1,460,274
1996	480,891	1,646,409	13,200	203,603	28,000	175,000	92,000	1,527,671
1997	465,903	1,595,097	13,500	208,178	29,000	176,000	92,200	1,583,836
1998	439,681	1,505,319	13,600	208,178	29,000	177,000	92,300	1,600,685
1999	387,775	1,327,611	13,600	216,238	30,000	178,000	92,400	1,887,123
2000	226,978	1,553,022	13,700	215,041	31,000	179,000	92,600	1,943,288
2001	200,221	1,659,516	13,700	246,153	32,000	180,000	92,600	1,819,726
2002	227,469	1,822,891	14,444	246,169	24,924	180,000	92,600	2,920,548
2003	277,068	2,126,172	14,588	218,551	24,685	181,000	92,600	3,257,534
2004	322,889	2,128,421	14,733	220,760	24,446	181,000	92,600	3,605,753
2005	390,013	2,110,007	14,877	224,192	24,207	181,000	92,600	4,470,685
2006	419,713	2,034,383	15,000	203,676	24,500	181,000	92,600	4,817,332
2007	453,505	2,045,575	15,000	204,494	24,500	181,000	92,600	4,632,101
2008	458,169	2,086,719	15,000	205,316	24,500	181,000	92,600	4,411,488
2009	381,283	2,291,968	15,000	211,934	24,500	181,100	92,800	4,746,115
2010	462,252	2,232,629	15,500	214,874	24,500	181,100	92,800	4,865,858
2011	635,052	2,051,481	16,000	208,231	25,000	181,200	92,900	4,790,822
2012	759,761	1,982,659	16,000	222,332	25,000	181,500	93,150	4,986,049
2013	857,825	1,916,175	16,000	222,819	25,000	181,500	93,150	4,998,630

Año	3.B.1.a. Ganado lechero	3.B.1.b. Ganado no lechero	3.B.2. Ovinos	3.B.3. Porcinos	3.B.4.d. Cabras	3.B.4.e. Caballos	3.B.4.f. Mulas y asnos	3.B.4.g. Aves de corral
2014	935,846	1,842,154	16,000	224,192	25,000	182,000	93,200	5,054,795
2015	939,597	1,852,129	16,002	220,719	24,956	182,046	93,243	5,096,693
2016	837,988	1,962,579	16,014	215,568	24,863	182,044	93,295	5,118,485
2017	877,813	1,937,602	16,034	212,338	24,787	182,020	93,349	5,135,447
2018	901,490	1,926,824	16,061	209,801	24,719	181,946	93,407	5,142,973
2019	911,983	1,932,296	16,207	211,032	24,811	182,499	93,537	5,365,047
2020	906,493	1,949,595	16,409	210,725	24,897	182,633	93,606	5,390,658
2021	899,320	1,968,824	16,642	209,910	24,898	182,777	93,676	5,442,104
2022	651,089	2,229,111	16,902	209,296	24,898	182,921	93,747	5,493,438

5.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para esta categoría se emplearon factores de emisión de CH₄ por defecto de la Tabla 10-14 y 10.15 del Capítulo 10, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006; se usaron factores de emisión para N₂O por defecto de la tabla 10.21 del Capítulo 10, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, y también factores de emisión para N₂O por defecto de la tabla 11.3 del Capítulo 11, Volumen 4 Refinamiento de 2019.

Tabla 5-14. 3.B. Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.B.1.a. Ganado lechero	CH ₄	2.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.1.b. Ganado no lechero	CH ₄	1.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.2. Ovinos	CH ₄	0.2	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.3. Porcinos	CH ₄	0.2	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.4.d. Cabras	CH ₄	2.0	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.4.e. Caballos	CH ₄	2.2	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	1.2	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.4.g. Aves de corral	CH ₄	0.02	kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.B.3. Porcinos - Líquido/Fango	N ₂ O	0.005	kg N ₂ O - N kg N ⁻¹ kg N excretado
3.B.3. Porcinos - Almacenaje de sólidos	N ₂ O	0.005	kg N ₂ O - N kg N ⁻¹ kg N excretado
3.B.4.g. Aves de corral - Corral de engorde	N ₂ O	0.02	kg N ₂ O - N kg N ⁻¹ kg N excretado
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol	N ₂ O	0.014	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹

5.3.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad. No obstante, el país reconoce las limitaciones actuales en la disponibilidad y consolidación de la información, motivo por el cual se encuentra trabajando en el inventario animal del país, la caracterización de los sistemas productivos y los sistemas de gestión de estiércol. Este esfuerzo permitirá avanzar hacia estimaciones más completas y exhaustivas en futuros inventarios.

5.3.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La evolución de la incertidumbre en la categoría 3.B. Gestión del estiércol muestra una reducción significativa entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada alcanzaba ± 53.61 %, mientras que para 2022 descendió a ± 17.73 %, lo que representa una disminución absoluta de 35.88 puntos porcentuales y relativa del 66.93 % (ver Tabla 5-15. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.B. Gestión de estiércol). Esta mejora global evidencia avances en la caracterización de los sistemas de manejo del estiércol, así como una mayor disponibilidad de datos de actividad que permiten estimaciones más precisas. A nivel temporal, el periodo de mayor disminución se observa entre 1990 y 2010, después del cual los valores tienden a estabilizarse.

En las subcategorías asociadas a CH_4 , se evidencian reducciones sostenidas, pero con comportamientos diferenciados por tipo de sistema y especie animal. En 3.B.1., la incertidumbre pasa de ± 79.83 % en 1990 a ± 29.42 % en 2022, equivalente a -50.41 puntos porcentuales, aunque con un repunte en el último año respecto a la marcada disminución observada en 2020. Para 3.B.4., la reducción es de ± 81.31 % a ± 26.91 %, con una trayectoria más uniforme y sin incrementos abruptos. La subcategoría 3.B.3 inicia con una incertidumbre de ± 106.47 %, que disminuye a ± 39.29 % en 2022, aunque presenta variaciones intermedias que sugieren diferencias en la caracterización de especies menores. Por su parte, 3.B.2. muestra una de las mejoras más notorias: de ± 141.65 % a ± 17.16 % entre 1990 y 2022, lo que equivale a una reducción absoluta de 124.49 puntos porcentuales.

En cuanto a las emisiones de N₂O, los valores también muestran una reducción sustancial. Las subcategorías 3.B.5., 3.B.4. y 3.B.3., que inician en 1990 con niveles de incertidumbre idénticos (± 170.14 %), reducen sus valores a rangos entre ± 19.31 % y ± 23.09 % en 2020, estabilizándose entre ± 20.25 % y ± 20.25 % para 2022. La magnitud de esta disminución evidencia una mejora metodológica considerable, asociada al refinamiento de los factores de emisión, mayor disponibilidad de los datos de actividad y la especificación de los sistemas de tratamiento.

Tabla 5-15. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.B. Gestión de estiércol.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 3.B.	Agregado	137.52	53.61
1995	Total 3.B.	Agregado	118.88	55.65
2000	Total 3.B.	Agregado	108.97	31.40
2005	Total 3.B.	Agregado	149.67	33.22
2010	Total 3.B.	Agregado	158.29	22.17
2015	Total 3.B.	Agregado	176.53	16.72
2020	Total 3.B.	Agregado	177.91	12.84
2022	Total 3.B.	Agregado	171.88	17.73
1990	3.B.1.	CH ₄	83.21	79.83
1995	3.B.1.	CH ₄	72.45	84.31
2000	3.B.1.	CH ₄	56.20	53.54
2005	3.B.1.	CH ₄	80.92	55.64
2010	3.B.1.	CH ₄	88.40	37.69
2015	3.B.1.	CH ₄	104.48	27.05
2020	3.B.1.	CH ₄	105.35	20.15
2022	3.B.1.	CH ₄	98.88	29.42
1990	3.B.4.	CH ₄	14.33	81.31
1995	3.B.4.	CH ₄	14.74	84.94
2000	3.B.4.	CH ₄	15.37	48.32
2005	3.B.4.	CH ₄	16.86	48.77
2010	3.B.4.	CH ₄	17.10	33.31
2015	3.B.4.	CH ₄	17.30	25.78
2020	3.B.4.	CH ₄	17.52	19.11
2022	3.B.4.	CH ₄	17.60	26.91
1990	3.B.3.	CH ₄	15.12	106.47
1995	3.B.3.	CH ₄	10.63	112.45
2000	3.B.3.	CH ₄	12.04	64.78
2005	3.B.3.	CH ₄	12.55	69.72
2010	3.B.3.	CH ₄	12.03	48.05
2015	3.B.3.	CH ₄	12.36	37.36
2020	3.B.3.	CH ₄	11.80	27.86
2022	3.B.3.	CH ₄	11.72	39.29
1990	3.B.2.	CH ₄	0.06	141.65
1995	3.B.2.	CH ₄	0.07	105.78
2000	3.B.2.	CH ₄	0.08	99.63
2005	3.B.2.	CH ₄	0.08	74.03
2010	3.B.2.	CH ₄	0.09	51.53

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2015	3.B.2.	CH ₄	0.09	39.30
2020	3.B.2.	CH ₄	0.09	41.34
2022	3.B.2.	CH ₄	0.09	17.16
1990	3.B.5.	N ₂ O	10.78	170.14
1995	3.B.5.	N ₂ O	7.58	152.16
2000	3.B.5.	N ₂ O	8.58	82.30
2005	3.B.5.	N ₂ O	8.95	66.37
2010	3.B.5.	N ₂ O	8.58	26.93
2015	3.B.5.	N ₂ O	8.81	19.31
2020	3.B.5.	N ₂ O	8.41	23.09
2022	3.B.5.	N ₂ O	8.36	20.25
1990	3.B.4.	N ₂ O	5.92	170.14
1995	3.B.4.	N ₂ O	7.69	152.16
2000	3.B.4.	N ₂ O	10.24	82.30
2005	3.B.4.	N ₂ O	23.56	66.37
2010	3.B.4.	N ₂ O	25.64	26.93
2015	3.B.4.	N ₂ O	26.86	19.31
2020	3.B.4.	N ₂ O	28.41	23.09
2022	3.B.4.	N ₂ O	28.95	20.25
1990	3.B.3.	N ₂ O	8.11	170.14
1995	3.B.3.	N ₂ O	5.70	152.16
2000	3.B.3.	N ₂ O	6.46	82.30
2005	3.B.3.	N ₂ O	6.74	66.37
2010	3.B.3.	N ₂ O	6.46	26.93
2015	3.B.3.	N ₂ O	6.63	19.31
2020	3.B.3.	N ₂ O	6.33	23.09
2022	3.B.3.	N ₂ O	6.29	20.25

5.3.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Se realizaron reuniones de revisión sistemática de las fuentes de información datos de actividad utilizados, así como de los resultados de las estimaciones realizadas. En el proceso se incluyó la actualización y verificación de los factores de emisión y de las variables empleadas, garantizando su pertinencia respecto al contexto nacional y las particularidades de los sistemas productivos en cuanto a la gestión del estiércol. Las revisiones realizadas se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.3.6. Recálculos de la categoría

Para esta categoría, las emisiones presentaron una disminución anual promedio de 22.20 % al comparar las emisiones reportadas para la serie temporal 2000-2020 en el BUR2 con

el actual inventario de GEI reportado en el BTR1. Aunque además de incluir bovinos, porcinos y aves de corral, se incluyeron ovinos, caprinos, caballos, mulas y asnos, la disminución se debe principalmente a la actualización de datos de actividad empleando una única fuente de información, lo que permitió asegurar la coherencia.

Adicionalmente, para la subcategoría 3.B.5. Emisiones indirectas de N₂O de gestión de estiércol se realizó una actualización de factores de emisión, volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de N₂O del suelo del Capítulo 11, Volumen 4, del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

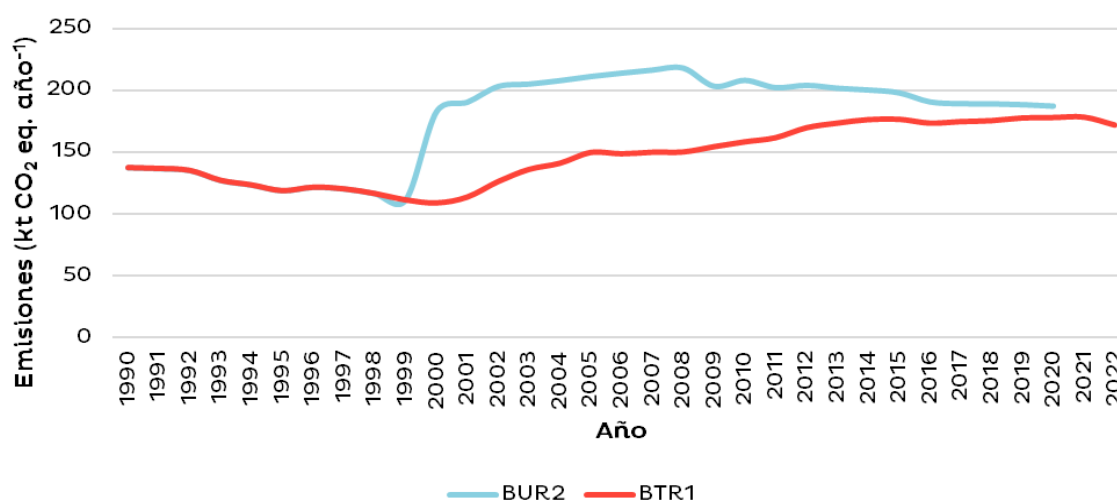


Figura 5-7. 3.B. Gestión del estiércol: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.).

5.3.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para las subcategorías de 3.B. Gestión del estiércol, los esfuerzos se centrarán en identificar la caracterización de los sistemas de gestión de estiércol.

Tabla 5-16. 3.B. Gestión del estiércol: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.B.1. Ganado, 3.B.3. Porcinos, 3.B.4. Otro Ganado, 3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol.	Caracterización de los sistemas de gestión de estiércol, por tipo de sistema productivo en las especies cuantificadas.	Crear mesas técnicas que ayuden a complementar la caracterización de los sistemas de gestión de estiércol en la agricultura.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA, Expertos técnicos de campo, Gremio de productores
	Avanzar en metodología de nivel 2.	Elaborar modelos matemáticos para generar factores de emisión específicos.		Centros de investigación, Academia

Adicionalmente, en la siguiente tabla se presenta el plan de mejora para subcategorías no estimadas en 3.B. Gestión del estiércol.

Tabla 5-17. 3.A. Fermentación entérica: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.B.4. Otro Ganado	Identificación de sistemas productivos en el país.	Realizar mesas técnicas de trabajo para identificar los sistemas de producción.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA, Expertos técnicos de campo, Gremio de productores
	Caracterización de los sistemas de gestión de estiércol, por tipo de sistema productivo en las especies.	Desarrollar mesas técnicas que permitan complementar la caracterización de los sistemas de gestión de estiércol en los sistemas agropecuarios.		



5.4. Cultivo del arroz (CRT 3.C.)

5.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las emisiones de CH₄ en los sistemas de arroz inundado es el resultado de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica presente en el suelo, proceso que se activa cuando los campos permanecen bajo condiciones de inundación sostenida. El CH₄

generado en el horizonte anóxico se libera principalmente mediante el transporte a través de los tejidos aéreos de las plantas de arroz (mecanismo de aerénquima), aunque también puede difundirse por burbujeo (ebullición) o intercambio molecular en la interfase agua-atmósfera (Komiya et al., 2015; Bhattacharyya et al., 2019). La mayor intensidad de emisión ocurre durante las etapas avanzadas del crecimiento vegetativo, cuando la disponibilidad de exudados radiculares y la presencia de biomasa acuática fácilmente degradable incrementan la actividad metanogénica (Guan et al., 2024).

La magnitud anual de CH₄ emitida por unidad de superficie cultivada depende de múltiples determinantes biofísicos y de manejo, entre ellos:



Duración y número de ciclos de cultivo que condicionan el tiempo total bajo condiciones anaeróbicas (IPCC, 2006e).



Régimen hídrico previo y durante el cultivo, incluyendo el nivel de inundación, prácticas de secado intermitente y manejo del drenaje (Shah et al., 2024).



Aplicación de enmiendas orgánicas o fertilizantes inorgánicos, los cuales pueden modificar la disponibilidad de carbono lábil y la dinámica de reducción del suelo (Senthilraja et al., 2023).



Características edáficas, temperatura del suelo y variedad de arroz utilizada, factores que influyen directamente en la actividad microbiana metanogénica y en la eficiencia del transporte del gas hacia la atmósfera (Senthilraja et al., 2023).

La metodología de estimación de esta categoría distingue dos sistemas de producción principales: el primero, arroz riego, aquel en el que la disponibilidad hídrica se garantiza mediante aportes artificiales de agua (distritos de riego públicos o privados, pozos, inundación continua, entre otros), manteniendo condiciones prolongadas de anoxia en el

suelo. El segundo, el arroz seco, el cual depende exclusivamente del agua de lluvia y suele contar con infraestructura mínima de canales de drenaje, presentando periodos más frecuentes de exposición del suelo al oxígeno y, por tanto, tasas de emisión de CH₄ generalmente menores que en sistemas irrigados.

Las emisiones por Cultivo de arroz (3.C.) aportaron un total de 42.54 kt CO₂ eq en 1990 y 42.68 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un crecimiento en las emisiones del 0.34 % entre el año inicial y el año final, una media anual de 28.86 kt CO₂ eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 5.54 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de -5.73 %. Esta categoría aportó el 0.52 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría con mayor contribución es 3.C.2. Arroz seco, la cual ha mantenido una media anual de 23.25 kt CO₂ eq y una contribución promedio del 80.56 % para la categoría y del 0.33 % para todo el sector de Agricultura. En segundo lugar, se encuentra 3.C.1. Arroz riego, con un promedio anual de emisiones de 5.61 kt CO₂ eq y contribución promedio del 19.44 % para la categoría y del 0.08 % para todo el sector.

Tabla 5-18. 3.C. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.C.1. Arroz riego	8.27	6.23	1.49	2.65	3.47	8.75	9.48	8.23	8.30
3.C.2. Arroz seco	34.27	25.82	6.18	10.99	14.36	36.27	39.32	34.10	34.39
Total	42.54	32.05	7.67	13.64	17.83	45.02	48.80	42.33	42.68

La tendencia temporal de las emisiones provenientes del cultivo de arroz evidencia variaciones significativas asociadas a cambios estructurales y coyunturales del sistema productivo nacional. Se identifican disminuciones marcadas en periodos como 1991-1993 y 1997-2000, así como incrementos notorios en años específicos, particularmente entre 2013-2014. Estas fluctuaciones responden a un conjunto de factores económicos,

factores y climáticos que condicionan la actividad arrocería y, en consecuencia, la magnitud de las emisiones. Entre los determinantes más relevantes se encuentran (Reyes,

El aumento en los precios de los insumos agrícolas, que reduce la capacidad de los productores para mantener áreas sembradas o aplicar prácticas de manejo intensivo.





La baja rentabilidad derivada de la volatilidad de los precios de mercado, la cual desincentiva la continuidad del cultivo en determinados ciclos agrícolas.



Anomalías climáticas, tales como sequías prolongadas, excesos hídricos e inundaciones, que afectan directamente la disponibilidad de agua, el rendimiento del cultivo y la decisión de sostener o reconvertir la producción.

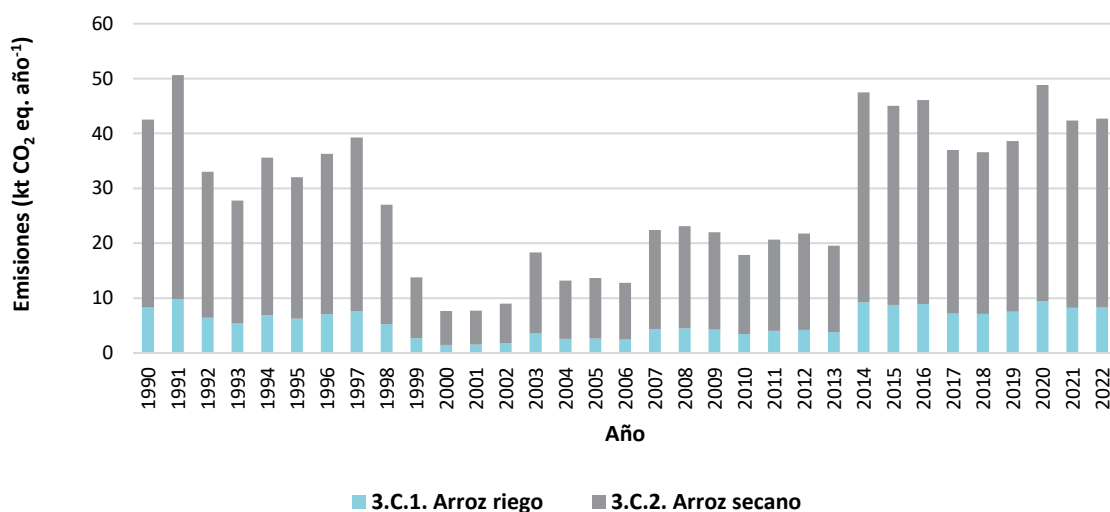


Figura 5-8. 3.C. Cultivo de arroz: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.).

5.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para estimar las emisiones de esta categoría se utilizaron los lineamientos del Capítulo 5, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para cada subcategoría.

Tabla 5-19. 3.C. Cultivo de arroz: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.C. Cultivo de arroz	3.C.1. Arroz riego	CH ₄	1	Ecuación 5.1. Nivel 1. Emisiones de CH ₄ del cultivo de arroz, Capítulo 5. Volumen 4. IPCC 2019.	NA	Fuente de datos de actividad: FAOSTAT.
	3.C.2. Arroz seco				NA	Proporciones de arroz riego y seco de AGROBOLSA información suministrada por Ministerio de agricultura.

5.4.2.1. Datos de actividad de la categoría

En la categoría 3.C. Cultivo de arroz se utilizaron datos de actividad correspondientes al número de hectáreas por cada subcategoría animal, los cuales fueron obtenidos de la base estadística internacional FAOSTAT.

Para la desagregación de la producción arroceras entre los sistemas de riego y seco, se adoptó un enfoque metodológico que garantiza la coherencia y la completitud de la serie temporal 1990-2022.

En primera instancia, para el periodo 1990-2008, la partición se realizó utilizando las proporciones históricas observadas entre 2009 y 2015, derivadas del primer inventario nacional. Estas proporciones fueron promediadas y posteriormente aplicadas retrospectivamente, bajo el supuesto de estabilidad relativa en la distribución de los sistemas productivos durante esos años debido a la ausencia de información específica anterior a 2009.

Para el periodo 2016-2022, la desagregación se fundamentó en la información oficial más reciente proporcionada por AGROBOLSA, que reporta una estructura productiva dominada por el arroz seco con el 95,42 %, mientras que el arroz bajo riego representa únicamente el 4,52 % del total nacional. Estas proporciones fueron aplicadas directamente para reflejar las condiciones productivas actuales y mejorar la representatividad de las estimaciones de emisiones asociadas al cultivo de arroz.

Tabla 5-20. 3.C. Cultivo de arroz: datos de actividad por fuente de GEI (Hectáreas).

Año	3.C.1. Arroz riego	3.C.2. Arroz seco
1990	2,025.07	15,544.93
1991	2,409.91	18,499.09
1992	1,572.45	12,070.55
1993	1,323.15	10,156.85
1994	1,694.16	13,004.84
1995	1,525.77	11,712.23
1996	1,728.05	13,264.95
1997	1,868.55	14,343.45
1998	1,256.30	9,643.70
1999	656.50	5,039.50
2000	365.13	2,802.87
2001	368.02	2,824.98
2002	429.33	3,295.67
2003	871.00	6,686.00
2004	629.19	4,829.81
2005	649.24	4,983.76
2006	608.10	4,667.90
2007	1,065.32	8,177.68
2008	1,100.01	8,443.99
2009	1,047.69	8,042.31
2010	848.75	6,515.25
2011	982.22	7,539.78
2012	1,037.20	7,961.80
2013	930.36	7,141.64
2014	2,259.73	17,346.27
2015	2,142.98	16,450.02
2016	2,194.50	16,845.50
2017	1,760.55	13,514.45
2018	1,739.92	13,356.08
2019	1,839.39	14,119.61
2020	2,323.01	17,831.99
2021	2,015.04	15,467.96
2022	2,031.87	15,597.13

5.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para esta categoría se emplearon factores de emisión por defecto de la tabla 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14 del Capítulo 5, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. Esto supone que no hay inundaciones durante menos de 180 días antes del cultivo

de arroz y que se inunda continuamente durante el cultivo de arroz sin enmiendas orgánicas.

Tabla 5-21. 3.C. Cultivo de arroz: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.C.1. Arroz riego	CH ₄	1.27	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.2. Arroz secoano	CH ₄	1.27	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.1. Arroz riego - Factor régimen hídrico durante el cultivo (SF _w)	CH ₄	1	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.2. Arroz secoano - Factor régimen hídrico durante el cultivo (SF _w)	CH ₄	0.54	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.1. Arroz riego – Factor régimen hídrico previo al cultivo (SF _p)	CH ₄	1	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.2. Arroz secoano – Factor régimen hídrico previo al cultivo (SF _p)	CH ₄	1	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.1. Arroz riego - Tasa de aplicación de abono orgánico (ROAi)	CH ₄	3	t ha ⁻¹
3.C.2. Arroz secoano - Tasa de aplicación de abono orgánico (ROAi)	CH ₄	3	t ha ⁻¹
3.C.1. Arroz riego - Factor de conversión de enmienda orgánica (CFOAi)		0.19	
3.C.2. Arroz secoano - Factor de conversión de enmienda orgánica (CFOAi)		0.19	
3.C.1. Arroz riego - Factor de emisión diaria ajustado (EFi)	CH ₄	1.08	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹
3.C.2. Arroz secoano - Factor de emisión diaria ajustado (EFi)	CH ₄	0.58	kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹

5.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad metodológica.

5.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La evolución de la incertidumbre en la categoría 3.C. Cultivo de arroz, que incluye las subcategorías 3.C.1. Riego y 3.C.2. Secano, evidencia una reducción marcada entre 1990 y 2022 (ver Tabla 5-22). En 1990, la incertidumbre agregada del CH₄ alcanzaba ±141.94 %, mientras que para 2022 descendió a ±22.40 %, lo que representa una reducción absoluta de 119.54 puntos porcentuales y relativa del 84.22 %Esta mejora se concentra

principalmente en los primeros quince años del periodo, cuando se registran los descensos más abruptos, antes de estabilizarse a partir de 2010.

Al analizar las subcategorías, se observa que 3.C.1. inicia en 1990 con una incertidumbre de ± 187.27 %, una de las más altas registradas dentro de la categoría. Para 2022, este valor disminuye a ± 28.79 %, equivalente a una reducción de 158.48 puntos porcentuales, aunque con un ligero incremento entre 2015 y 2022 que sugiere variaciones recientes en la disponibilidad o calidad de los datos. La subcategoría 3.C.2. presenta un patrón similar, la incertidumbre se reduce de ± 170.29 % en 1990 a ± 26.93 % en 2022, tras una disminución absoluta de 143.36 puntos, con estabilización evidente desde 2010.

Tabla 5-22. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.C. Cultivo de arroz.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incetidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 3.C.	Agregado	42.54	141.94
1995	Total 3.C.	Agregado	32.05	123.43
2000	Total 3.C.	Agregado	7.67	70.11
2005	Total 3.C.	Agregado	13.64	58.60
2010	Total 3.C.	Agregado	17.83	37.81
2015	Total 3.C.	Agregado	45.02	23.78
2020	Total 3.C.	Agregado	48.80	22.31
2022	Total 3.C.	Agregado	42.68	22.40
1990	3.C.1.	CH ₄	8.27	187.27
1995	3.C.1.	CH ₄	6.23	122.41
2000	3.C.1.	CH ₄	1.49	84.59
2005	3.C.1.	CH ₄	2.65	70.71
2010	3.C.1.	CH ₄	3.47	36.40
2015	3.C.1.	CH ₄	8.75	26.93
2020	3.C.1.	CH ₄	9.48	26.93
2022	3.C.1.	CH ₄	8.30	28.79
1990	3.C.2.	CH ₄	34.27	170.29
1995	3.C.2.	CH ₄	25.82	150.33
2000	3.C.2.	CH ₄	6.18	84.59
2005	3.C.2.	CH ₄	10.99	70.71
2010	3.C.2.	CH ₄	14.36	46.10
2015	3.C.2.	CH ₄	36.27	28.79

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	3.C.2.	CH ₄	39.32	26.93
2022	3.C.2.	CH ₄	34.39	26.93

5.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

El equipo técnico se reunió con el equipo supervisor y expertos del sector para revisar la fuente de información de los datos de actividad utilizados, la desagregación productiva de acuerdo con el contexto nacional, así como que la distribución y tendencia de las emisiones por subcategoría fuera coherente con la estructura productiva nacional, las expectativas de los expertos sectoriales y fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados. Estas revisiones realizadas se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.4.6. Recálculos de la categoría

Cuando se comparan las emisiones del inventario de GEI reportado en el BUR2 con el actual inventario de GEI reportado en el BTR1, se puede ver un crecimiento anual promedio del 63.51 % para esta categoría en la serie temporal 2000-2020. La diferencia se explica por la actualización de datos de actividad tomados de FAOSTAT, además de una actualización de factores de emisión y factores de ajuste por defecto, suponiendo que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz e inundación permanente durante el cultivo del arroz del Capítulo 5, Volumen 4, del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

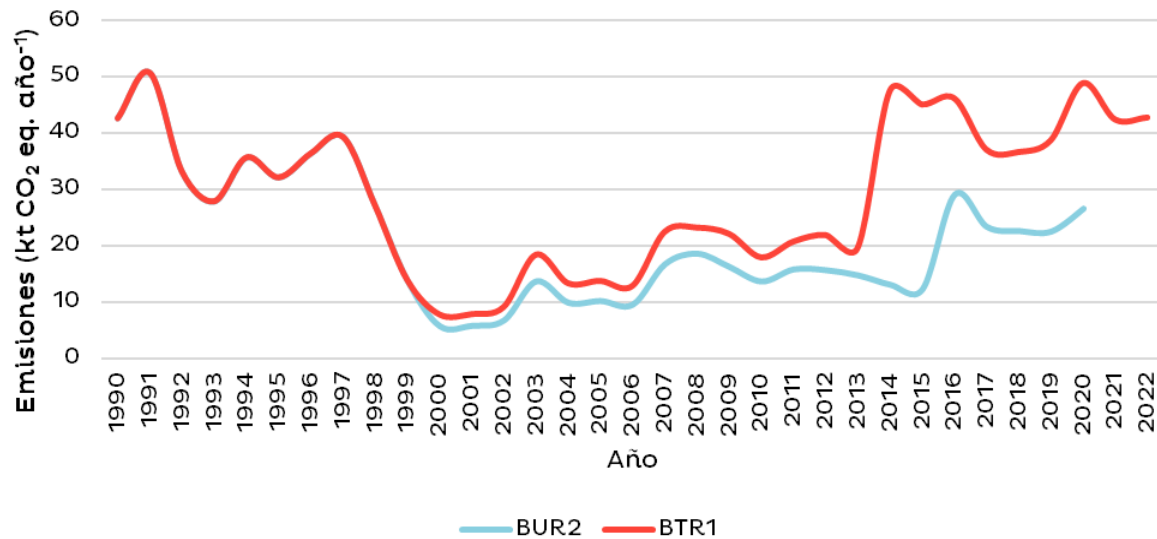


Figura 5-9. 3.C. Cultivo de arroz: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.).

5.4.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para las subcategorías estimadas, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país para toda la serie temporal (1990-2022) y el ajuste de los factores de emisión.

Tabla 5-23. 3.C. Cultivo de arroz: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.C.1. Arroz riego	Datos históricos de áreas cosechadas de arroz riego y seco desde 1990.	Establecer mecanismos de comunicación con el sector arrocero que faciliten el reporte eficiente de datos de actividad desglosados en sistemas de arroz de riego y arroz de seco, abarcando toda la serie temporal necesaria para el inventario.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA-INE
3.C.2. Arroz seco	Ajuste de factores de emisión de acuerdo con el manejo del cultivo.	Realizar un juicio de expertos a nivel nacional para comprender las dinámicas de manejo del cultivo de arroz.		Expertos agrícolas



5.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta subcategoría se cuantifican las emisiones de N_2O de los suelos agrícolas gestionados, incorporando tanto las fuentes directas, derivadas de los procesos biogeoquímicos que ocurren en el suelo, como las fuentes indirectas, asociadas a las pérdidas de nitrógeno reactivo por volatilización y lixiviación que posteriormente generan emisiones fuera del sitio de aplicación. Estas emisiones están estrechamente ligadas al aporte de nitrógeno proveniente de las actividades agrícolas y pecuarias, así como a las transformaciones del suelo producto de los cambios en el uso y manejo de la tierra.

Las emisiones de N_2O se originan principalmente por los procesos microbianos de nitrificación (oxidación de amonio a nitrato) y desnitrificación (reducción de nitrato a gases nitrogenados), los cuales constituyen etapas críticas del ciclo del nitrógeno. La magnitud de estas emisiones depende de las condiciones ambientales del suelo (humedad, temperatura, textura y contenido de materia orgánica) y del tipo y magnitud de las entradas de nitrógeno (Hergoualc'h et al., 2019; Liao et al., 2022; Cui et al., 2023).

Las fuentes de nitrógeno incluidas en la estimación comprenden:



Fertilizantes sintéticos nitrogenados, aplicados directamente al suelo como aporte externo de N mineral.



Enmiendas orgánicas, tales como estiércol animal, compost, lodos residuales, subproductos orgánicos y otros desechos aplicados como fertilizantes.



Nitrógeno excretado en forma de orina y estiércol por animales en pastoreo, depositado directamente sobre pasturas, praderas y otros sistemas forrajeros.



Nitrógeno contenido en residuos de cultivos (aéreos y subterráneos), incluyendo residuos de leguminosas fijadoras de nitrógeno y forrajes, así como el N liberado durante la renovación de pasturas.



Mineralización de nitrógeno asociada a la pérdida de carbono y materia orgánica del suelo, resultado de cambios en el uso de la tierra o modificaciones en el manejo de suelos minerales.



Emisiones provenientes del drenaje y manejo de suelos orgánicos (Histosoles), cuya perturbación intensifica la mineralización y las pérdidas de N.

Las emisiones por Suelos agrícolas (3.D.) aportaron un total de 672.25 kt CO₂ eq en 1990 y 729.05 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un crecimiento en las emisiones del 8.45 % entre el año inicial y el año final, una media anual de 675.06 kt CO₂ eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 0.34 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 13.02 %. Esta categoría aportó el 8.80 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría con mayor contribución es 3.D.1. Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados, la cual ha mantenido una media anual de 387.55 kt CO₂ eq y una contribución promedio del 57.41 % para la categoría y del 5.45 % para todo el sector de Agricultura. Por su parte, 3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados tiene un promedio anual de emisiones de 287.51 kt CO₂ eq y una contribución promedio del 42.59 % para la categoría y del 4.04 % para todo el sector.

Tabla 5-24. 3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	392.44	354.46	319.34	399.84	391.14	423.95	414.97	409.22	406.57
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	279.81	251.10	219.86	290.72	298.45	330.71	330.63	328.79	322.48
Total	672.25	605.56	539.20	690.56	689.59	754.66	745.60	738.01	729.05

La tendencia de las emisiones de 3.D.1. se ve influenciada principalmente por la orina y estiércol depositados en pasturas (3.D.1.c.), relacionada directamente con el comportamiento del inventario de animales en pastoreo.

Aunque su influencia no es tan grande en la subcategoría, el caso de las emisiones asociadas al uso de fertilizantes inorgánicos (3.D.1.a.) presenta una variabilidad interanual estrechamente vinculada a las dinámicas del mercado internacional de fertilizantes nitrogenados, particularmente a las fluctuaciones en la oferta global y a las importaciones procedentes de países proveedores, entre ellos Rusia, que históricamente ha representado una fuente principal de abastecimiento para Honduras. Estos factores influyen directamente en la disponibilidad, accesibilidad y precio de los insumos, condicionando los volúmenes de fertilización aplicados en los sistemas agrícolas y, en consecuencia, la magnitud de las emisiones directas de N_2O derivadas de su aplicación (INE, 2022).

Por otra parte, con una influencia similar a 3.D.1.a., las emisiones provenientes de los residuos de cosecha (3.D.1.d.) están determinadas por las variaciones en la superficie cosechada reportada anualmente, especialmente para cultivos de alta contribución en residuos, como la caña de azúcar. Dado que el aporte de N_2O se relaciona con el contenido de nitrógeno de los residuos devueltos al suelo, cualquier cambio en las hectáreas cosechadas (según los registros de FAOSTAT) se traduce directamente en fluctuaciones en la cantidad de biomasa residual disponible y, por ende, en el nivel de emisiones generadas por este agregado.

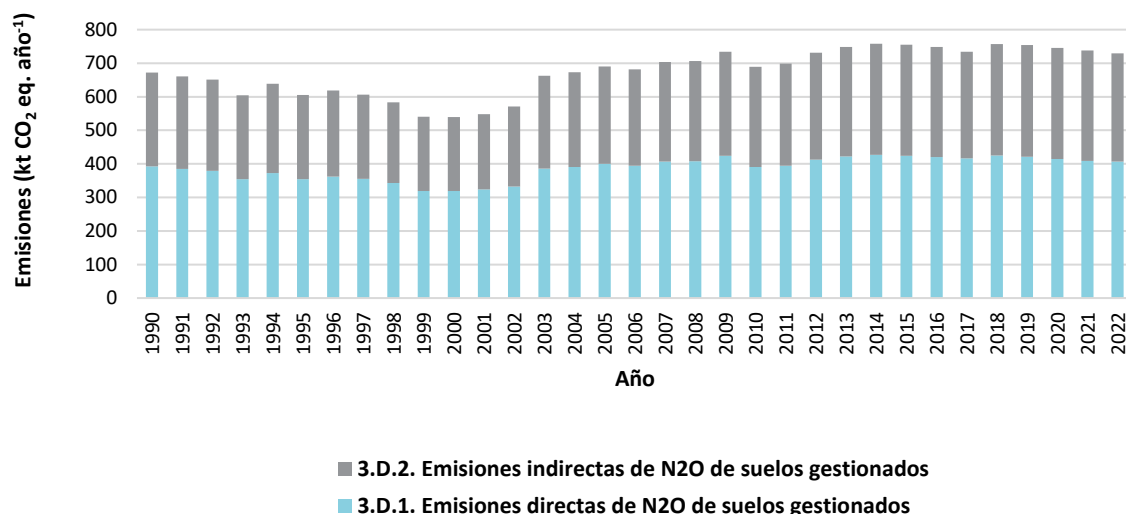


Figura 5-10. 3.D. Suelos agrícolas: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

5.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las emisiones de esta categoría se estiman utilizando los lineamientos del Capítulo 11, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para todas los agregados o fuentes de nitrógeno incluidos en la categoría.

Tabla 5-25. 3.D. Suelos agrícolas: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.D. Suelos agrícolas	3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	1	Ecuación 11.1. Nivel 1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Capítulo 11. Volumen 4. IPCC 2019.	Nitrógeno: Serie de tiempo completa (1990-2022) mediante Regresión lineal a partir de la serie 2002-2021 con información de FAOSTAT. Residuos de cosecha: Serie de tiempo completa (1990-2022) mediante proyección a partir de 1990- 1999; 2022 (Residuos de cultivo). Cultivos incluidos: maíz, frijol, arroz, papa.	Para la cantidad anual de estiércol animal aplicado a los suelos y Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo, se utilizó la población animal detallada en las subcategorías 3.A. y 3.B.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
	3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados			Ecuación 11.9. Nivel 1. N₂O procedente de la deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados. Capítulo 11. Volumen 4. IPCC 2019. Ecuación 11.10. Nivel 1. N₂O procedente de la lixiviación/escorrentía de N de suelos gestionados en regiones donde se produce la lixiviación Capítulo 11. Volumen 4. IPCC 2019.	Nitrógeno: Serie de tiempo Completa (1990-2022) Mediante regresión lineal a partir de la serie 2002-2021 con información de FAOSTAT. Residuos de cosecha: Serie de tiempo completa (1990-2022) mediante proyección a partir de 1990-1999; 2022 (Residuos de cultivo). Cultivos incluidos: maíz, frijol, arroz, papa.	Para la cantidad anual de estiércol animal aplicado a los suelos, se utilizó la población animal detallada en las subcategorías 3.A. y 3.B.

5.5.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad usados en la categoría 3.D. Suelos agrícolas corresponden a la cantidad de N aplicado. Para garantizar la coherencia y completitud de la serie temporal en los datos de actividad, se implementaron procedimientos de ajuste basados en métodos estadísticos estándar recomendados para manejo de brechas en datos de actividad. En primera instancia, para el periodo 1990-2001, se aplicó una retroproyección utilizando los datos históricos disponibles en FAOSTAT para el intervalo 2002–2021. A partir de estos datos se generó un modelo de regresión lineal que permitió estimar valores confiables para años previos, asumiendo que las tendencias históricas observadas reflejan adecuadamente la evolución del uso de nitrógeno en ese periodo.

De manera complementaria, para completar el extremo superior de la serie, se realizó una proyección para el año 2022, empleando datos de FAOSTAT correspondientes a 2000-2020. El modelo de regresión lineal derivado de este conjunto permitió extrapolar el valor más

reciente siguiendo la tendencia predominante en el uso de nitrógeno observada en las dos décadas previas.

Tabla 5-26. 3.D. Suelos agrícolas: datos de actividad por fuente de GEI (Kg.N.año⁻¹).

Año	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	3.D.1.d. Residuos de cosecha
1990	15,437,241	2,759,818	95,589,249	22,204,794
1991	15,087,032	2,796,859	94,342,226	21,425,953
1992	14,736,823	2,771,473	93,023,232	21,426,667
1993	14,386,613	2,867,670	83,292,426	22,132,775
1994	14,036,404	2,145,692	90,793,008	23,364,811
1995	13,686,195	2,238,033	84,574,452	23,247,648
1996	13,335,985	2,382,916	85,223,586	26,612,966
1997	12,985,776	2,446,135	82,907,791	27,062,574
1998	12,635,567	2,453,597	78,808,138	26,928,524
1999	12,285,358	2,648,000	70,671,937	26,424,743
2000	11,935,148	2,662,847	69,545,458	28,463,889
2001	11,584,939	2,868,867	71,537,773	28,914,030
2002	11,234,730	3,356,530	78,090,666	26,432,416
2003	10,884,520	3,274,323	90,158,818	36,763,205
2004	10,534,311	3,447,057	92,594,777	37,076,610
2005	10,184,102	3,858,879	95,510,437	38,283,477
2006	9,833,893	3,840,470	94,692,385	37,821,645
2007	9,483,683	3,765,291	96,755,610	41,965,726
2008	9,133,474	3,674,467	98,263,179	41,800,826
2009	8,783,265	3,878,130	100,775,241	46,670,284
2010	8,433,055	3,955,806	103,070,087	31,908,130
2011	8,082,846	3,866,901	106,247,884	31,296,648
2012	7,732,637	4,071,539	110,502,663	34,929,395
2013	7,382,427	4,081,194	113,438,609	36,631,259
2014	7,032,218	4,117,572	115,139,144	37,917,703
2015	6,682,009	4,107,025	115,647,887	37,123,319
2016	6,331,800	4,073,504	113,906,905	38,462,852
2017	5,981,590	4,053,948	110,021,463	38,856,575
2018	5,631,381	4,036,019	116,009,601	39,928,917
2019	5,281,172	4,144,691	116,783,796	38,610,059

Año	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	3.D.1.d. Residuos de cosecha
2020	4,930,962	4,153,460	117,053,079	36,748,210
2021	4,580,753	4,169,416	117,298,727	35,074,100
2022	4,230,544	4,187,005	112,753,627	39,465,063

5.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para esta categoría se emplearon factores de emisión por defecto de la tabla 11.1 del Capítulo 11, Volumen 4, del Refinamiento de 2019.

Tabla 5-27. 3.D. Suelos agrícolas: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N ₂ O	0.016	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	N ₂ O	0.006	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo - Bovinos, Aves de corral y porcinos	N ₂ O	0.006	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo - Ovinos y Otros animales	N ₂ O	0.003	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.1.d. Residuos de cosecha	N ₂ O	0.006	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.1.d. Residuos de cosecha – Cultivo de arroz	N ₂ O	0.003	kg N ₂ O-N (kg N input) ⁻¹
3.D.2.a. Deposición atmosférica	N ₂ O	0.014	(kg N ₂ O-N) (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilized) ⁻¹
3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno	N ₂ O	0.011	kg N ₂ O-N (kg N leaching/runoff) ⁻¹

5.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad.

5.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La evolución de la incertidumbre en la categoría 3.D. Emisiones directas e indirectas de N₂O por suelos agrícolas evidencia una de las reducciones más significativas dentro del sector Agricultura. En 1990, la incertidumbre agregada alcanzaba ± 95.42 %, mientras que para 2022 descendió a ± 14.50 %, lo que representa una disminución absoluta de 80.92 puntos porcentuales y relativa del 84.80 %. La mayor parte de esta reducción ocurre entre 1990 y 2010, periodo en el cual los valores se reducen más de la mitad, antes de estabilizarse en niveles cercanos al 15 % en los años recientes (ver Tabla 5-28).

Al desagregar por subcategorías, se observa que 3.D.1. presenta una disminución considerable: la incertidumbre pasa de ± 129.20 % en 1990 a ± 17.75 % en 2022, lo que equivale a una reducción de 111.45 puntos porcentuales, con una tendencia descendente continua desde el año 2000. De manera similar, 3.D.2 inicia con la incertidumbre más elevada dentro de la categoría (± 140.42 % en 1990), reduciéndose hasta ± 23.96 % en 2022, lo que representa una disminución de 116.46 puntos porcentuales, con una estabilización notable a partir de 2010.

Tabla 5-28. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.D. Suelos agrícolas.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 3.D.	Agregado	672.25	95.42
1995	Total 3.D.	Agregado	605.56	65.49
2000	Total 3.D.	Agregado	539.20	48.23
2005	Total 3.D.	Agregado	690.56	33.45
2010	Total 3.D.	Agregado	689.59	23.03
2015	Total 3.D.	Agregado	754.66	16.82
2020	Total 3.D.	Agregado	745.60	15.04
2022	Total 3.D.	Agregado	729.05	14.50
1990	3.D.1.	N ₂ O	392.44	129.20
1995	3.D.1.	N ₂ O	354.46	83.48
2000	3.D.1.	N ₂ O	319.34	63.38
2005	3.D.1.	N ₂ O	399.84	41.15
2010	3.D.1.	N ₂ O	391.14	34.14
2015	3.D.1.	N ₂ O	423.95	21.48
2020	3.D.1.	N ₂ O	414.97	18.58
2022	3.D.1.	N ₂ O	406.57	17.75
1990	3.D.2.	N ₂ O	279.81	140.42
1995	3.D.2.	N ₂ O	251.10	105.13
2000	3.D.2.	N ₂ O	219.86	74.29
2005	3.D.2.	N ₂ O	290.72	55.76
2010	3.D.2.	N ₂ O	298.45	28.82
2015	3.D.2.	N ₂ O	330.71	26.73
2020	3.D.2.	N ₂ O	330.63	24.63
2022	3.D.2.	N ₂ O	322.48	23.96

5.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Se realizaron reuniones de revisión sistemática junto con el equipo validador, para revisar los datos de actividad utilizados y los resultados de las estimaciones realizada. Dentro de

estos procesos, se ajustó la coherencia interna de la serie temporal por medio de regresión lineal y consulta con expertos, asegurando que no existieran discontinuidades no justificadas. Estas revisiones se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC.

5.5.6. Recálculos de la categoría

Al comparar las emisiones del inventario de GEI reportado en el BUR2 con el actual inventario de GEI reportado en el BTR1, se puede ver una disminución anual promedio del 50.81 % para la categoría 3.D. Suelos agrícolas en la serie temporal 2000-2020. Esta disminución se debe a varias razones:

- En el periodo 1990-2002, se aplicó una retroproyección de la información de nitrógeno aplicado utilizando los datos históricos disponibles en FAOSTAT para el intervalo 2002–2022. A partir de estos datos se generó un modelo de regresión lineal que permitió estimar valores confiables para años previos, asumiendo que las tendencias históricas observadas reflejan adecuadamente la evolución del uso de nitrógeno en ese periodo.
- Para fertilizantes inorgánicos se realizó un ajuste de la coherencia de los datos por regresión lineal.
- Se actualizó la información de áreas cosechadas y producción de cultivos para la estimación de residuos de cosecha en la serie 2000-2022, esto con una proyección a partir de cifras de FAOSTAT en la serie 1990-1999 en cultivos de maíz, frijol, arroz, papa.
- Se realizó una actualización de factores de emisión por defecto a fin de estimar las emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados y factores de emisión, volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de N_2O del suelo del Capítulo 11, Volumen 4 del Refinamiento de 2019.

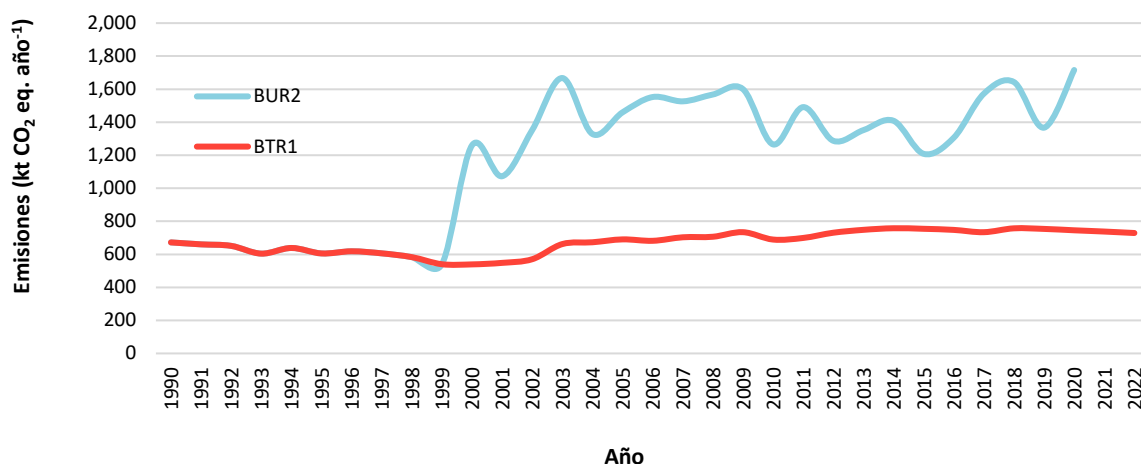


Figura 5-11. 3. D. Suelos agrícolas: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.).

5.5.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para esta categoría, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país en toda la serie temporal (1990-2022) y la caracterización de las fuentes de N aplicadas.

Tabla 5-29. 3.D. Suelos agrícolas: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	Datos de nitrógeno inorgánico aplicado en campo.	Identificar el contenido de nitrógeno en los fertilizantes compuestos y, además, determinar la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo a través de la consulta con expertos.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNAINE. Estadísticas de Comercio de Centroamérica.
	Estimaciones de nitrógeno procedente de orina y estiércol para todas las especies	Incorporar todas las especies pecuarias presentes en sistemas de pastoreo para asegurar la completitud en las estimaciones de la subcategoría 3.D.1.c.		Expertos agrícolas
	Caracterización de los sistemas de gestión de estiércol.	Crear mesas técnicas de trabajo para perfeccionar los sistemas de gestión de estiércol y las tasas de excreción en cada sistema productivo.		SAG-SERNA-INE
	Avanzar hacia una metodología de nivel 2.	Analizar fuentes Bibliográficas que aborden información de factores de emisión producidos por fuentes nitrogenadas orgánicas e inorgánicas (directas e		SAG-SERNA, Centros de investigación, Academia, Gremios de producción

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
		indirectas), así como el nitrógeno depositado en pasturas.		pecuaria y consulta de expertos técnicos

Adicionalmente, en la siguiente tabla se presenta el plan de mejora para subcategorías no estimadas en 3.D. Suelos agrícolas.

Tabla 5-30. 3.D. Suelos agrícolas: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	Áreas de suelos minerales y orgánicos.	Desarrollar mapas de suelos que permita identificar las áreas gestionadas de suelos minerales y orgánicos.	2028 BTR 3	SAG-SERNA, Academia, Centros de Investigación.
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)				



5.6. Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E.)

En esta categoría, según las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento 2019, se estiman las emisiones derivadas de la combustión controlada de biomasa en ecosistemas de sabana. Esta categoría aplica cuando la quema es intencional y manejada para fines de gestión del territorio, como control de malezas, manejo de pasturas o reducción de riesgos de incendios. Se cuantifica el CH₄ Emitido por combustión incompleta y descomposición térmica de material lignocelulósico, y también el N₂O que resulta de procesos de combustión del nitrógeno contenido en la biomasa seca. Esta categoría incluye 3.E.1. Tierra forestal y 3.E.2. Pastizales (IPCC, 2006b).

En el presente inventario, las emisiones asociadas a la quema prescrita de sabanas (3.E.) se integran actualmente en el sector UTCUTS, específicamente dentro de la categoría 4.IV Quema de biomasa, bajo el enfoque IE (Incluido en otro lugar) para las clases de tierras

forestales y pastizales. No obstante, como parte del plan de mejora del sistema de inventarios, se ha identificado la necesidad de reubicar las emisiones vinculadas a tierras de cultivo y pastizales hacia el sector Agricultura, con el fin de fortalecer la coherencia sectorial, mejorar la asignación de fuentes según el uso efectivo del suelo y avanzar hacia una mayor alineación con las Directrices 2006 y el Refinamiento 2019 del IPCC, particularmente en lo referente a la correcta clasificación de las actividades de quema prescrita bajo la categoría 3.E.

Tabla 5-31. 3.E. Quema prescrita de sabanas: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.E. Quema prescrita de sabanas	Datos de actividad desde 1990 (Área de sabanas y proporción quemada).	Desarrollar mesas técnicas de trabajo para caracterizar la práctica de quema de sabanas.	2028 BTR 3	SAG-SERNA, Academia, Centros de Investigación. Gremios de producción pecuaria y consulta de expertos técnicos.



5.7. Quema de residuos agrícola en el campo (CRT 3.F.)

5.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo cuantifica las emisiones atmosféricas derivadas de la combustión abierta e intencional de los residuos agrícolas que permanecen en el terreno después de la cosecha, no obstante, se ha identificado la práctica de quema previa a la cosecha en el caso del cultivo de caña de azúcar. Este tipo de quema constituye una práctica tradicional en muchos sistemas agrícolas para facilitar labores de manejo del suelo, el control de plagas o la preparación del área para el siguiente ciclo agrícola.

Esta actividad implica una combustión incompleta de biomasa vegetal, lo que da lugar a la liberación de una mezcla compleja de gases de efecto invernadero (GEI) y gases precursores de GEI, cuya cantidad depende de factores como el tipo de cultivo, la humedad del residuo, la eficiencia de combustión, las condiciones meteorológicas y la intensidad del fuego (Koppmann et al., 2005).

Las emisiones de CH₄ son producto de la combustión incompleta de biomasa, se genera cuando la temperatura y disponibilidad de oxígeno no son suficientes para oxidar completamente la materia orgánica. Por su parte, el N₂O se libera por la oxidación térmica del nitrógeno contenido en los tejidos vegetales (Koppmann et al., 2005).

Las emisiones por Quema de residuos agrícolas en el campo (3.F.) aportaron un total de 1,183.83 kt CO₂ eq en 1990 y 2,023.80 kt CO₂ eq en 2022, esto representa un crecimiento en las emisiones del 70.95 % entre el año inicial y el año final, una media anual de 1,743.67 kt CO₂ eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 1.98 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 22.63 %. Esta categoría aportó el 24.43 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría 3.F.4. Caña de azúcar aportó el 100 % de las emisiones.

Tabla 5-32. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.F.4. Caña de azúcar	1,183.83	1,227.35	1,363.77	2,203.98	2,206.71	1,775.35	1,848.89	1,771.69	2,023.80
Total	1,183.83	1,227.35	1,363.77	2,203.98	2,206.71	1,775.35	1,848.89	1,771.69	2,023.80

La tendencia de las emisiones para la categoría muestra un incremento marcado en las emisiones entre el año 2000 y 2003, este incremento se relaciona a la expansión del área sembrada debido a la recuperación de los efectos de El Niño/La Niña, el aumento de la financiación para los pequeños agricultores, la estabilidad de los precios internacionales y, también, a que los ingenios azucareros apoyan a los productores independientes con asistencia técnica y sistemas de riego (Fiallos, 2025).

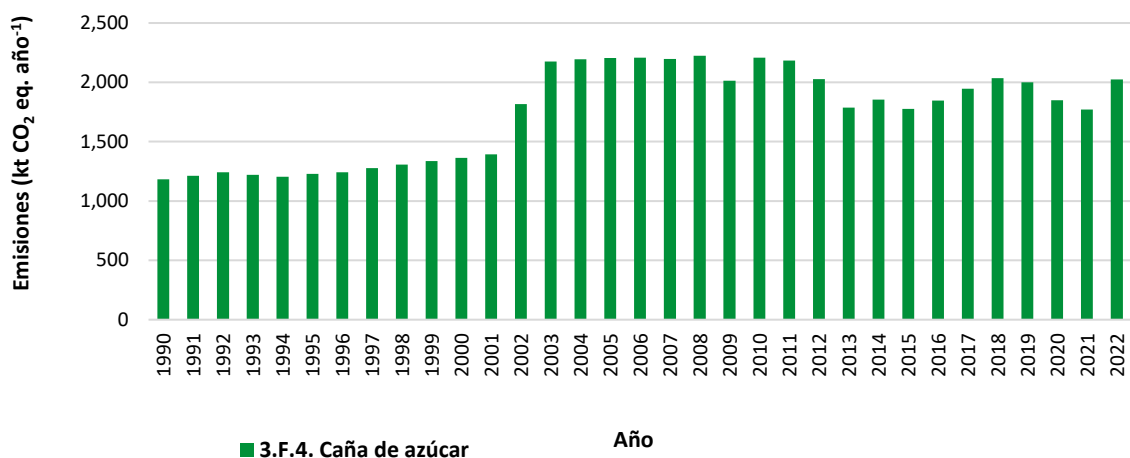


Figura 5-12. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.).

5.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las emisiones de esta categoría se estiman utilizando los lineamientos del Capítulo 2, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para cultivos agrícolas.

Tabla 5-33. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	3.F.4. Caña de azúcar	CH ₄ y N ₂ O	1	Ecuación. 2.27. Nivel 1. Emisiones de GEI a causa del fuego. Capítulo 2. Volumen 4. IPCC 2019.	NA	Fuente de datos de actividad: FAOSTAT

5.7.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad asociados a la categoría 3.F.4. Caña de azúcar, específicamente las hectáreas cosechadas, fueron obtenidos de la base estadística internacional FAOSTAT. Dado que no se cuenta con información nacional sobre las prácticas de manejo previas y posteriores a la cosecha, se adoptó el supuesto metodológico de que la quema de residuos agrícolas se realiza en 30 % del área cosechada en cada año del período analizado. Este

supuesto se fundamenta en el criterio de expertos, considerando las prácticas tradicionales de manejo del cultivo y la evidencia cualitativa disponible sobre el uso persistente de la quema como método de limpieza y preparación del terreno.

Tabla 5-34. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: datos de actividad por fuente de GEI (Ha.quemadas.año⁻¹).

Año	3.F.4. Caña de azúcar
1990	12,222.90
1991	12,520.20
1992	12,825.00
1993	12,600.00
1994	12,422.40
1995	12,672.30
1996	12,825.60
1997	13,180.50
1998	13,495.80
1999	13,792.50
2000	14,080.80
2001	14,377.20
2002	18,746.70
2003	22,456.20
2004	22,659.60
2005	22,755.90
2006	22,800.00
2007	22,674.90
2008	22,969.80
2009	20,778.00
2010	22,784.10
2011	22,535.70
2012	20,914.80
2013	18,440.40
2014	19,141.80
2015	18,330.30
2016	19,051.50
2017	20,103.00
2018	21,022.80
2019	20,647.50
2020	19,089.60
2021	18,292.50
2022	20,895.60

5.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para esta categoría se emplearon factores de emisión por defecto de la tabla 2.5 Capítulo 2, Volumen 4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 5-35. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.F.4. Caña de azúcar	CH ₄	2.7	g kg ⁻¹ de materia seca quemada
3.F.4. Caña de azúcar	N ₂ O	0.07	g kg ⁻¹ de materia seca quemada

5.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad. No obstante, el país reconoce las limitaciones actuales en la disponibilidad y consolidación de la información, motivo por el cual se encuentra trabajando en la recolección de información de los cultivos que se pueden contemplar en la categoría. Este esfuerzo permitirá avanzar hacia estimaciones más completas y exhaustivas en futuros inventarios.

5.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas presenta un comportamiento particular respecto a la incertidumbre, dado que los valores permanecen constantes a lo largo del periodo 1990–2022 (ver Tabla 5-36). La incertidumbre agregada para las emisiones totales se mantiene en ± 48.50 % en todos los años, lo que indica la ausencia de variaciones atribuibles a mejoras en los datos de actividad o en los factores de emisión. Esta estabilidad sugiere que la información disponible y los supuestos metodológicos aplicados han permanecido sin cambios significativos a lo largo del tiempo, especialmente porque las prácticas de quema abierta de rastrojos pueden ser difíciles de monitorear con datos directos.

Al desagregar por gas, CH₄ presenta una incertidumbre constante de ± 83.82 %, mientras que N₂O se mantiene en ± 48.70 % durante todo el periodo. Estos valores elevados, especialmente en el caso del metano, reflejan la alta variabilidad inherente al proceso de combustión en campo abierto, donde influyen factores como la humedad del residuo, la

eficiencia de la quema y las condiciones ambientales. La ausencia de mejoras en la incertidumbre entre 1990 y 2022 evidencia que las limitaciones metodológicas persisten, debido a la falta de mediciones específicas y al uso continuo de factores de emisión por defecto.

Tabla 5-36. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incetidumbre ±(%)
1990	Total 3.F.	Agregado	1,183.83	48.50
1995	Total 3.F.	Agregado	1,227.35	48.50
2000	Total 3.F.	Agregado	1,363.77	48.50
2005	Total 3.F.	Agregado	2,203.98	48.50
2010	Total 3.F.	Agregado	2,206.71	48.50
2015	Total 3.F.	Agregado	1,775.35	48.50
2020	Total 3.F.	Agregado	1,848.88	48.50
2022	Total 3.F.	Agregado	2,023.80	48.50
1990	3.F.4.	CH ₄	4.81	83.82
1995	3.F.4.	CH ₄	4.98	83.82
2000	3.F.4.	CH ₄	5.54	83.82
2005	3.F.4.	CH ₄	8.95	83.82
2010	3.F.4.	CH ₄	8.96	83.82
2015	3.F.4.	CH ₄	7.21	83.82
2020	3.F.4.	CH ₄	7.50	83.82
2022	3.F.4.	CH ₄	8.21	83.82
1990	3.F.4.	N ₂ O	1,179.02	48.70
1995	3.F.4.	N ₂ O	1,222.37	48.70
2000	3.F.4.	N ₂ O	1,358.23	48.70
2005	3.F.4.	N ₂ O	2,195.03	48.70
2010	3.F.4.	N ₂ O	2,197.75	48.70
2015	3.F.4.	N ₂ O	1,768.14	48.70
2020	3.F.4.	N ₂ O	1,841.38	48.70
2022	3.F.4.	N ₂ O	2,015.59	48.70

5.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

El equipo técnico realizó reuniones de revisión de los datos de actividad utilizados y los resultados de las estimaciones realizadas. Para garantizar la pertinencia respecto al contexto nacional y las particularidades de la práctica en los sistemas productivos, la verificación de información sobre el cultivo o subcategoría incluida se consultó con expertos

del sector. Adicionalmente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre la proporción de área donde se realiza la práctica de quema de residuos agrícolas, de esta manera se tomó un valor conservador bajo criterio de experto. Estas revisiones se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.7.6. Recálculos de la categoría

No se realizaron recálculos para la categoría respecto al BTR1, dado que esta categoría se reporta por primera vez en el inventario.

5.7.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país.

Tabla 5-37. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.F.4. Caña de azúcar	Datos de actividad desde 1990.	Identificar el área con prácticas de quema de residuos de forma anual.	2026 – BTR2.	SAG. SERNA.

Adicionalmente, en la siguiente tabla se presenta el plan de mejora para subcategorías no estimadas en 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo.

Tabla 5-38. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: Plan de mejora propuesto para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.F.1. Cereales 3.F.2. Legumbres 3.F.3 Tubérculos y raíces 3.F.5. Otros	Datos de actividad desde 1990 (Hectáreas cosechadas y proporción de área quemada).	Identificar el área con prácticas de quema de residuos de forma anual por medio de mesas técnicas.	2026 – 2028 BTR2 – BTR3	SAG-SERNA, Expertos técnicos de campo, Gremio de productores



5.8. Encalado (CRT 3.G)

5.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La aplicación de cal en suelos agrícolas constituye una práctica ampliamente empleada para corregir la acidez del suelo, optimizar la disponibilidad de nutrientes y mejorar las condiciones para el crecimiento vegetal. Desde la perspectiva del inventario de GEI, la incorporación de carbonatos, en forma de piedra caliza cálcica (CaCO_3) o dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), desencadena procesos químicos que conducen a la liberación de dióxido de carbono (CO_2).

Una vez aplicados, estos materiales se disocian en el suelo, generando bicarbonato (HCO_3^-), el cual posteriormente se transforma en CO_2 y agua (H_2O) a través de reacciones de nivelación ácido-base y procesos de disolución. En consecuencia, la cal aplicada actúa como una fuente directa de emisiones de CO_2 (Hergoualc'h et al., 2019; McBride & West, 2005).

Las emisiones por Encalado (3.G.) aportaron un total de 0.17 kt CO_2 eq en 1990 y 10.29 kt CO_2 eq en 2022, presenta una media anual de 3.36 kt CO_2 eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 13.86 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 7.27 %. Esta categoría aportó el 0.12 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022, donde la subcategoría con mayor contribución es 3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, la cual ha mantenido una media anual de 3.05 kt CO_2 eq y una contribución promedio del 90.7 % para la categoría y del 0.04 % para todo el sector de Agricultura. Por su parte, 3.G.1. Piedra caliza CaCO_3 tiene un promedio anual de emisiones de 0.31 kt CO_2 eq y una contribución promedio del 9.3 % para la categoría y del 0.004 % para todo el sector.

Tabla 5-39. 3.G. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.G.1. Piedra caliza CaCO ₃	0.15	0.23	0.23	0.30	0.35	0.40	0.45	0.46	0.47
3.G.2. Dolomita CaMg(CO ₃) ₂	0.02	0.11	0.44	1.34	3.36	6.05	8.75	9.29	9.83
Total	0.17	0.34	0.66	1.64	3.71	6.45	9.19	9.74	10.29

En esta categoría las emisiones estimadas dependen principalmente de las cifras oficiales de producción e importación de insumos, su asignación a los distintos cultivos agrícolas y el tipo de cultivos implementados en cada período. Estos elementos están condicionados por factores externos como las anomalías climáticas y las fluctuaciones del mercado, que pueden modificar de manera significativa la dinámica agrícola y pecuaria. A ello se suma la limitada información disponible sobre las regiones y sistemas productivos donde se emplean estos insumos, por ejemplo, por ahora solo se ha confirmado el uso de Piedra caliza (CaCO₃) en el cultivo de papa en el municipio de Intibucá, en el occidente del país. Asimismo, el incremento en el uso de cal dolomita refleja una creciente conciencia entre los productores sobre la necesidad de mantener un pH óptimo del suelo para mejorar la productividad agrícola, lo que ha impulsado la realización de estudios sobre sus efectos en distintos cultivos (Cruz y Macal, 2018).

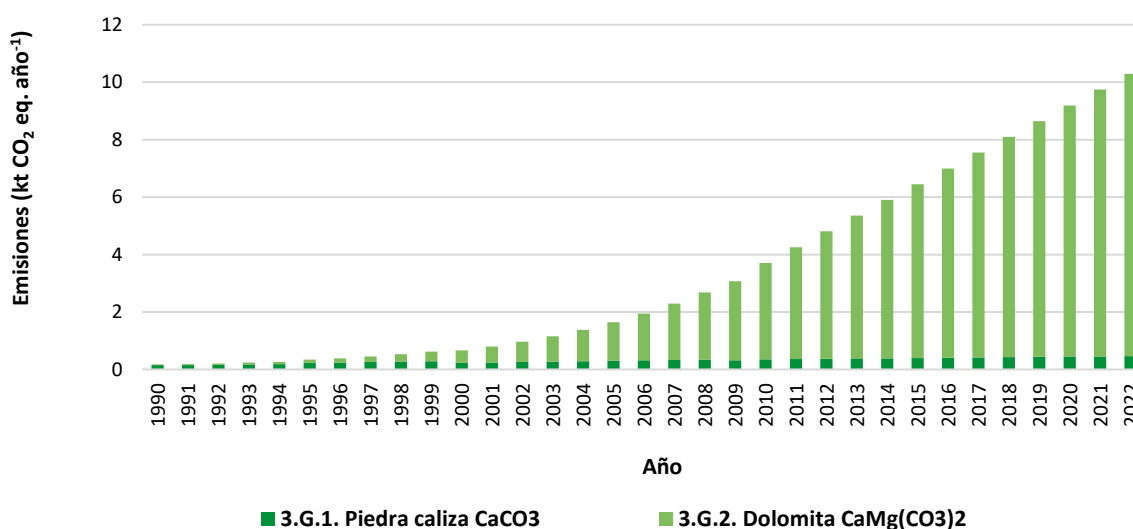


Figura 5-13. 3.G. Encalado: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

5.8.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Las emisiones de esta categoría se estiman utilizando los lineamientos del Capítulo 11, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de Nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para 3.G.1. Piedra caliza CaCO_3 y 3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Tabla 5-40. 3.G. Encalado: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.G. Encalado	3.G.1. Piedra caliza CaCO_3	CO_2	1	Ecuación 11.12. Nivel 1. Emisiones anuales de CO_2 por aplicación de cal. Capítulo 11, Volumen 4. IPCC 2006.	Se empleó el total de la Producción nacional (1990-2009) para hacer proyección de datos de actividad desde 2010 a 2022.	Supuesto de aplicación del 0,5 % del total de la producción nacional de piedra caliza.
	3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$				Extrapolación para la serie 1990-2005 y 2010-2022 a partir de datos del primer BUR (2006-2009)	

5.8.2.1. Datos de actividad de la categoría

Los datos de actividad usados para la serie temporal 1990-2022 de la categoría 3.G. Encalado corresponden a la cantidad de toneladas aplicadas para las dos subcategorías contempladas.

Para garantizar la coherencia de la serie temporal, se ajustaron los datos anuales de toneladas de cal dolomita mediante la extrapolación de los valores faltantes. La base de información provino del primer BUR, correspondiente al período 2006-2009; a partir de estos valores se generaron extrapolaciones para completar las series 1990-2005 y 2009-2022. En cuanto a la piedra caliza, los datos de actividad se tomaron de los registros oficiales de INHGEOMIN para el período 1990-2009, y posteriormente se realizó una proyección por regresión lineal para estimar la serie 2010-2022.

Tabla 5-41. 3.G. Encalado: datos de actividad por fuente de GEI (t.año^{-1}).

Año	3.G.1. Piedra caliza CaCO_3	3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
1990	331.14	46.34
1991	353.26	65.27
1992	375.39	91.02
1993	397.51	125.70
1994	419.64	171.89
1995	521.10	232.74
1996	541.15	312.06
1997	583.17	414.31
1998	620.55	544.67
1999	645.60	709.03
2000	521.10	913.96
2001	541.15	1,166.57
2002	583.17	1,474.42
2003	620.55	1,845.26
2004	645.60	2,286.74
2005	690.78	2,806.09
2006	722.17	3,409.67
2007	758.42	4,102.49
2008	784.12	4,887.74
2009	720.21	5,766.24
2010	797.57	7,039.00
2011	819.36	8,170.10
2012	841.15	9,301.20
2013	862.94	10,432.30
2014	884.73	11,563.40
2015	906.52	12,694.50
2016	928.30	13,825.60
2017	950.09	14,956.70
2018	971.88	16,087.80
2019	993.67	17,218.90
2020	1015.46	18,350.00
2021	1037.25	19,481.10
2022	1059.04	20,612.20

5.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En esta categoría se emplearon factores de emisión por defecto del Capítulo 11, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de

2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 5-42. 3.G. Encalado: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.G.1. Piedra caliza CaCO ₃	CO ₂	0.12	t.C t piedra caliza ⁻¹

3.G.2. Dolomita CaMg(CO ₃) ₂	CO ₂	0.13	t.C t dolomita ⁻¹

5.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad metodológica.

5.8.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 3.G. Emisiones de CO₂ por encalado evidencia una reducción sostenida de la incertidumbre entre 1990 y 2022 (ver Tabla 5-43). En 1990, el valor agregado alcanzaba ± 82.32 %, mientras que para 2022 descendió a ± 28.12 %, lo que representa una disminución absoluta de 54.20 puntos porcentuales y relativa del 65.84 %. El mayor descenso se concentra entre 1990 y 2010, periodo en el cual la incertidumbre se reduce a menos de la mitad, antes de estabilizarse con fluctuaciones moderadas hacia los últimos años.

Las subcategorías 3.G.1. y 3.G.2. muestran patrones de mejora similares. En 3.G.1., la incertidumbre pasa de ± 94.13 % en 1990 a ± 25.50 % en 2022, equivalente a una reducción de 68.63 puntos porcentuales, con una trayectoria descendente particularmente clara desde el año 2000. En 3.G.2., los valores disminuyen de ± 74.17 % en 1990 a ± 29.43 % en 2022, aunque con incrementos puntuales en 2005 y 2015 que no alteran la tendencia general de mejora.

Tabla 5-43. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.G. Encalado.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 3.G.	Agregado	0.17	82.32
1995	Total 3.G.	Agregado	0.34	59.91
2000	Total 3.G.	Agregado	0.66	35.83
2005	Total 3.G.	Agregado	1.64	50.35
2010	Total 3.G.	Agregado	3.71	26.89
2015	Total 3.G.	Agregado	6.45	33.20
2020	Total 3.G.	Agregado	9.19	18.72
2022	Total 3.G.	Agregado	10.29	28.12
1990	3.G.1.	CO ₂	0.15	94.13
1995	3.G.1.	CO ₂	0.23	84.15

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2000	3.G.1.	CO ₂	0.23	52.24
2005	3.G.1.	CO ₂	0.30	61.20
2010	3.G.1.	CO ₂	0.35	38.33
2015	3.G.1.	CO ₂	0.40	24.52
2020	3.G.1.	CO ₂	0.45	21.59
2022	3.G.1.	CO ₂	0.47	25.50
1990	3.G.2.	CO ₂	0.02	74.17
1995	3.G.2.	CO ₂	0.11	59.21
2000	3.G.2.	CO ₂	0.44	47.27
2005	3.G.2.	CO ₂	1.34	60.21
2010	3.G.2.	CO ₂	3.36	29.43
2015	3.G.2.	CO ₂	6.05	35.36
2020	3.G.2.	CO ₂	8.75	19.65
2022	3.G.2.	CO ₂	9.83	29.43

5.8.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para esta categoría se realizaron procesos de revisión y verificación de los datos utilizados y los resultados de las estimaciones realizadas, esto junto al equipo supervisor. Se seleccionaron los datos con menor incertidumbre y se ajustó la coherencia interna de la serie temporal mediante proyecciones y extrapolaciones de la mejor información disponible, de esta manera se garantizó una distribución de las emisiones por subcategoría coherente con la estructura productiva nacional y justificable en cuanto a fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados que afectaron la tendencia. Estas revisiones se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.8.6. Recálculos de la categoría

Cuando se comparan las emisiones del inventario de GEI reportado en el BUR2 con el actual inventario de GEI reportado en el BTR1, se puede ver un crecimiento anual promedio del 311.71 % para esta categoría en la serie temporal 2006-2020. La diferencia se explica por la actualización de datos de actividad para las dos subcategorías contempladas.

Para el caso de 3.G.1. Piedra caliza CaCO₃ se realizó una actualización de datos de actividad capturados desde INHGEOMIN para la serie temporal 1990-2009, a partir de esta información se realizó una proyección de los datos de actividad para la serie 2010-2022.

En el caso de 3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ se generaron nuevos datos de actividad utilizando extrapolación para la serie 1990-2005 y 2010-2022 a partir de datos del primer BUR (2006-2009).

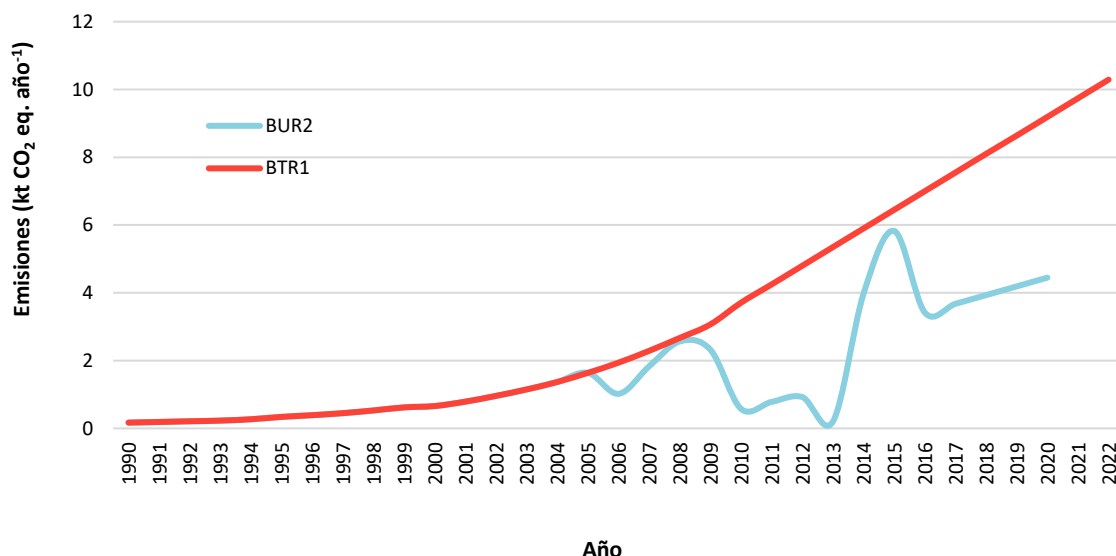


Figura 5-14. 3.G.3. Encalado: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

5.8.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país desde 1990 al año más reciente.

Tabla 5-44. 3.G. Encalado: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.G.1. Piedra caliza CaCO_3	Datos de cal aplicada en cultivos desde 1990.	Desarrollar estrategias para recopilar información histórica sobre las dosis de cal utilizadas en diversos cultivos. Una opción efectiva podría ser consultar a expertos en distintas regiones del país y en varias cadenas productivas agrícolas.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA, Gremios de producción agrícola y consulta de expertos técnicos
3.G.2. Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$				



5.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se cuantifican las emisiones de CO₂ asociadas a la aplicación de urea como insumo agrícola. La urea, uno de los fertilizantes nitrogenados más utilizados a nivel global debido a su alto contenido de nitrógeno (46 %), experimenta un proceso de hidrólisis una vez incorporada al suelo. Al interactuar con la humedad y con la enzima ureasa, la molécula se descompone en amonio (NH₄⁺), iones hidroxilo (OH⁻) y bicarbonato (HCO₃⁻). Este último, de acuerdo con los lineamientos metodológicos del IPCC, se convierte de manera casi inmediata en CO₂ y agua (H₂O), generando así emisiones directas (Hergoualc'h et al., 2019). Por lo tanto, la magnitud de las emisiones reportadas en esta subcategoría depende directamente de las cantidades de urea aplicadas en los sistemas agrícolas y del comportamiento anual en la demanda de fertilizantes nitrogenados.

Las emisiones por Aplicación de urea (3.H.) aportaron un total de 15.48 kt CO₂ eq en 1990 y 135.7 kt CO₂ eq en 2022, presenta una media anual de 77.91 kt CO₂ eq, una tasa de crecimiento anual promedio de 20.98 % y una tasa de crecimiento anual compuesta de 15.62 %. Esta categoría aportó el 1.64 % de las emisiones del sector Agricultura para el 2022.

Tabla 5-45. 3.H. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
3.H. Aplicación de urea	15.48	53.02	71.74	82.10	92.46	102.82	139.79	127.03	135.70
Total	15.48	53.02	71.74	82.10	92.46	102.82	139.79	127.03	135.70

La tendencia de emisiones para esta categoría evidencia un aumento desde 1996, las emisiones están determinadas principalmente por las cantidades de urea importadas, conforme a los registros oficiales del Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica (SEC). La variabilidad anual en las emisiones refleja, además, la influencia de fenómenos climáticos extremos (que pueden alterar la demanda de fertilizantes al modificar la superficie cultivada o los ciclos de producción) y de las dinámicas del mercado internacional,

las cuales inciden en la disponibilidad, precios y patrones de uso de este insumo dentro del sector agrícola. De este modo, los cambios en las importaciones y en las condiciones agroclimáticas constituyen los principales determinantes de las emisiones asociadas a esta categoría.

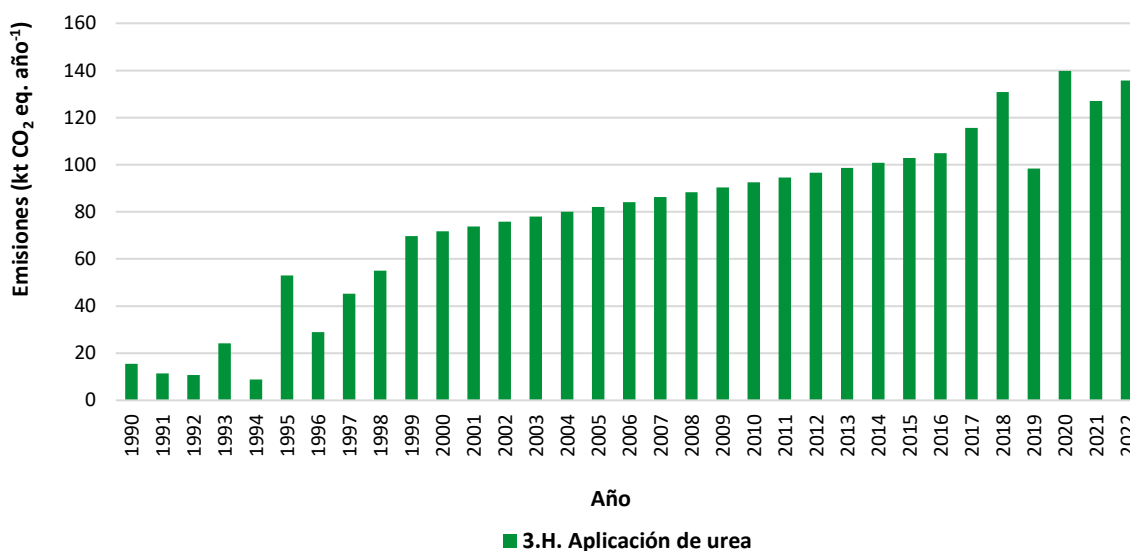


Figura 5-15. 3.H. Aplicación de urea: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

5.9.2. Aspectos metodológicos de la categoría

En esta categoría las emisiones se estimaron utilizando los lineamientos del Capítulo 11, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Se empleó un método de nivel 1 utilizando factores de emisión por defecto para la aplicación de urea.

Tabla 5-46. 3.H. Aplicación de urea: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
3.H. Aplicación de urea	3.H. Aplicación de urea	CO ₂	1	Ecuación 11.13. Nivel 1. Emisiones anuales de CO ₂ por aplicación de urea. Capítulo 11, Volumen 4. IPCC 2006.	Interpolación) para la serie 2000-2015 a partir de datos FAOSTAT (1990-1999 y 2016-2020) Extrapolación para el dato de 2022 a partir de datos FAOSTAT.	

5.9.2.1. Datos de actividad de la categoría

Para la serie temporal 1990-2022 de la categoría 3.H. Aplicación de urea se utilizaron datos de actividad correspondientes a las toneladas aplicadas.

Para garantizar la coherencia y continuidad de la serie histórica, se aplicó un procedimiento de interpolación y extrapolación sobre los valores anuales de toneladas de urea. La base de información estuvo conformada por los datos reportados por FAOSTAT para los periodos 1990-1999 y 2016-2021, los cuales se consideraron como puntos de anclaje. A partir de estos, se efectuó una interpolación lineal para completar la serie correspondiente a 2000-2015, asegurando la consistencia interna entre los valores observados. Asimismo, se realizó una extrapolación para estimar el valor faltante del año 2022, manteniendo la tendencia observada en los años más recientes.

Tabla 5-47. 3.H. Aplicación de urea: nombre del dato de actividad (t.año).

Año	3.H. Aplicación de urea
1990	21,114
1991	15,564
1992	14,609
1993	33,000
1994	12,000
1995	72,300
1996	39,500
1997	61,700
1998	75,000
1999	95,000
2000	97,825.46
2001	100,650.93
2002	103,476.39
2003	106,301.86
2004	109,127.32
2005	111,952.79
2006	114,778.25
2007	117,603.72
2008	120,429.18
2009	123,254.65

Año	3.H. Aplicación de urea
2010	126,080.11
2011	128,905.58
2012	131,731.04
2013	134,556.51
2014	137,381.97
2015	140,207.44
2016	143,032.90
2017	157,715.40
2018	178,390.80
2019	134,078.50
2020	190,619.60
2021	173,224.30
2022	185,039.66

5.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En esta categoría se empleó el factor de emisión por defecto del Capítulo 11, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 5-48. 3.H. Aplicación de urea: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
3.H. Aplicación de urea	CO ₂	0.2	t.C t urea ⁻¹

5.9.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad.

5.9.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La Tabla 5-49 refleja los resultados de incertidumbre para la categoría 3.H. Emisiones de CO₂ por aplicación de urea, mostrando una reducción marcada en la estimación entre 1990 y 2022. En 1990, el valor era de ± 78.16 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 18.68 %, lo que representa una reducción absoluta de 59.48 puntos porcentuales y relativa del 76.10 %. Aunque se observa un incremento puntual en el año 2000, la tendencia general a lo largo del periodo indica una mejora sostenida en la precisión de las estimaciones.

Tabla 5-49. Resultados de incertidumbre para la categoría 3.H. Aplicación de Urea.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
1990	3.H.	CO ₂	15.48	78.16
1995	3.H.	CO ₂	53.02	73.17
2000	3.H.	CO ₂	71.74	77.16
2005	3.H.	CO ₂	82.10	45.28
2010	3.H.	CO ₂	92.46	41.30
2015	3.H.	CO ₂	102.82	38.33
2020	3.H.	CO ₂	139.79	19.65
2022	3.H.	CO ₂	135.70	18.68

5.9.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

En el proceso de revisión y evaluación de la coherencia temporal de la serie histórica de datos de actividad, se realizaron ajustes de coherencia interna mediante la interpolación y extrapolación de datos faltantes, esto a partir de la información disponible con menor incertidumbre. De esta manera se logró garantizar información coherente con el contexto productivo nacional y que la tendencia de las emisiones se justifique por fenómenos naturales, económicos, sociales o políticos documentados. Estas revisiones se enmarcan en las actividades de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) recomendadas por las Directrices del IPCC (2006).

5.9.6. Recálculos de la categoría

Para esta categoría, las emisiones presentaron un crecimiento anual promedio de 172.73 % al comparar las emisiones reportadas para la serie temporal 2000-2020 en el BUR2 con el actual inventario de GEI reportado en el BTR1. El aumento se explica por la actualización de datos de actividad tomados de FAOSTAT para la serie 1990-1999 y la serie 2016-2020, a partir de esta información se generaron nuevos datos de actividad por medio de proyecciones para la serie 2000-2015 y la serie 2021-2022.

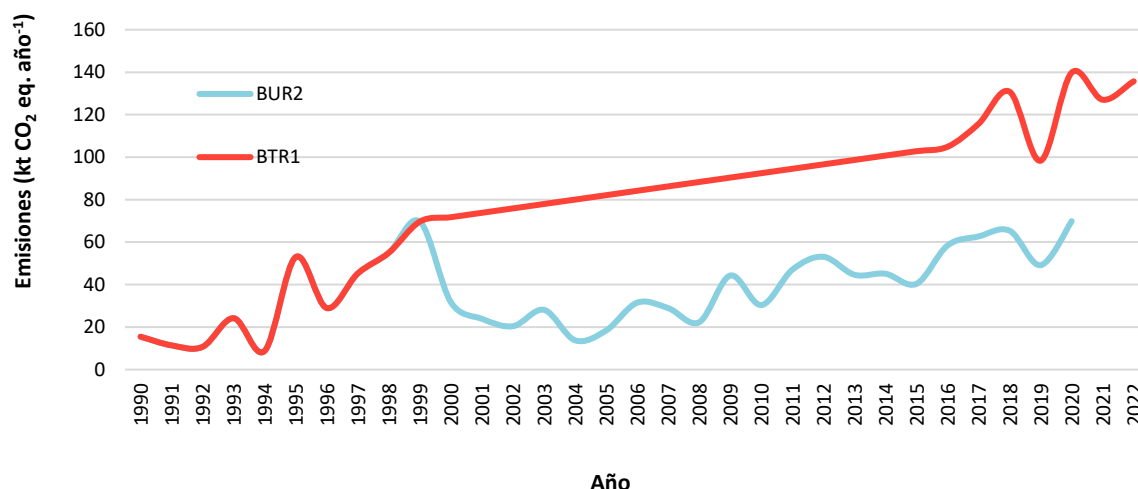


Figura 5-16. 3.H. Aplicación de urea: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

5.9.7. Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, los esfuerzos se centrarán en recolectar datos de actividad propios del país desde 1990 hasta el año más reciente.

Tabla 5-50. 3.H. Aplicación de urea: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
3.H. Aplicación de urea	Información de urea aplicada a suelos agrícolas.	Desarrollar estrategias para recopilar información histórica sobre las dosis de urea aplicada a cultivos. Potenciar la comunicación entre instituciones para actualizar los supuestos de las estimaciones.	2026-2028 BTR 2-3	SAG-SERNA, Gremios de producción agrícola y consulta de expertos técnicos



5.10. Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I.)

La categoría comprende las emisiones derivadas de la aplicación al suelo de enmiendas o productos fertilizantes que aportan carbono orgánico o inorgánico distinto del contenido

en los fertilizantes minerales nitrogenados convencionales o en la cal agrícola. Incluye, entre otros, fertilizantes orgánicos procesados, formulaciones carbonadas estabilizadas, productos comerciales ricos en carbono no cubiertos en otras subcategorías y ciertos acondicionadores del suelo utilizados para mejorar la estructura, retención de humedad o disponibilidad de nutrientes. Al incorporarse al suelo, estos materiales pueden liberar dióxido de carbono (CO₂) u otros gases de efecto invernadero a través de procesos de descomposición biológica o de reacciones químicas.

Para este inventario esta categoría no se estima debido a la falta de información.

5.11. Otros (CRT 3.J.)

Esta categoría no se presenta en el país.

CAPÍTULO 6

**USO DE LA TIERRA, CAMBIO
DE USO DE LA TIERRA Y
SILVICULTURA (CRT 4)**



6.1. Panorama general del sector

Dado que gran parte del territorio de Honduras tiene vocación forestal, el país ha destacado la importancia de conservar y manejar sus bosques de forma sostenible, por lo tanto, ha destinado recursos en el monitoreo de los recursos forestales y para asegurar su gestión adecuada, para evaluar el estado y los cambios de los bosques a lo largo del tiempo, sobre la clasificación, superficies y muestreos representativos de las distintas categorías de uso del suelo. Para realizar este proceso y garantizar la continuidad en la recopilación de información, se establece un protocolo de recolección de datos destinado a la actualización de los usos y cambios de uso del suelo. (ICF, 2023)

El sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) reporta tanto las emisiones como las absorciones de gases mediante un balance de emisiones netas. En este proceso se contabiliza el CO₂ resultante de las variaciones anuales en las reservas de carbono, las cuales se originan por la intervención humana y por los cambios de uso en seis categorías presentes en el país: tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. En estos usos el suelo se estima los depósitos de biomasa. MOM y suelos y también se tienen en cuenta las perturbaciones que se presentan para tierras forestales, tierras de cultivos y pastizales. Además, se estiman las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) producidas por la quema de biomasa en tierras forestales, agrícolas y de pastizales, para la serie 1990 a 2022.

Las estimaciones se realizaron de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 y el refinamiento de 2019, para el sector de UTCUTS se analizan los contenidos de carbono para las tierras que permanecen y para las que cambian y se constituye la matriz completa de cambio considerando las tierras forestales que permanecen como tales (4.A.1.) y las tierras convertidas en tierras forestales (4.A.2.), las tierras de cultivo que permanecen como tales (4.B.1.) con sus desagregaciones, tierras convertidas en tierras de cultivo (4.B.2.) con sus desagregaciones, pastizales que permanecen como tales (4.C.1), tierras convertidas en

pastizales (4.C.2.) con sus desagregaciones, humedales que permanecen como tales (4.D.1.), tierras convertidas en humedales (4.D.2.), tierras convertidas en asentamientos (4.E.2.) con sus desagregaciones, otras tierras que permanecen como tales (4.F.1.) con sus desagregaciones, quema de biomasa (4(IV).) para tierras forestales, tierras de cultivos pastizales y productos de madera recolectada (4.G.), *(categoría que no fue incluida en el documento principal del BTR1²)*.

6.1.1. Descripción del sector

El sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), según las Directrices del IPCC de 2006, comprende las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras, cada una con fuentes y sumideros específicos de gases de efecto invernadero (GEI).

Este sector contabiliza tanto las emisiones derivadas, por ejemplo, de la deforestación, la degradación forestal, el cambio de uso de la tierra y la pérdida de carbono del suelo, como las absorciones que provienen del crecimiento de la biomasa, la regeneración natural y las prácticas de manejo sostenible (Gobierno de Honduras, 2023).

Los depósitos de carbono evaluados conforme al IPCC incluyen biomasa aérea y subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo, los cuales permiten una estimación integral del balance neto de GEI. En el contexto del país, el sector UTCUTS se caracteriza por la presencia predominante de tierras forestales, que funcionan como el principal sumidero de carbono, y de pastizales, que suelen comportarse como una fuente de emisiones. Estas dos categorías concentran la mayor parte de la dinámica nacional del sector, mientras que las demás tienen menor participación, pero continúan siendo consideradas para mantener la exhaustividad del inventario.

La relevancia nacional del UTCUTS radica en su capacidad de compensar parcialmente las emisiones de otros sectores, así como en su sensibilidad frente a presiones como la

² La categoría 4.G. Productos de la madera recolectada no fue incluida en el documento principal del BTR1; su incorporación en este anexo mejora la exhaustividad del inventario de UTCUTS y explica las diferencias en las estimaciones de emisiones del inventario.

expansión agropecuaria, los incendios forestales y los procesos de degradación. En conjunto, la evaluación sectorial mantiene un nivel alto de exhaustividad al integrar las categorías, fuentes, sumideros y depósitos de carbono presentes en el territorio, garantizando un balance robusto y consistente con los lineamientos metodológicos internacionales.

Para las estimaciones de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, se aplican las metodologías recomendadas por las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, cubriendo el periodo 1990–2022. Se analizan los gases de efecto invernadero directos e indirectos (CO₂, CH₄ y N₂O) en las distintas categorías y subcategorías del sector UTCUTS para las cuales el país dispone de información.

6.1.2. Tendencia de los GEI del sector

La Tabla 6-1 muestra la recopilación de las emisiones y absorciones por cada categoría y subcategoría correspondientes al año 2022. Los valores estimados para el sector indican un total de -3.108,69 kt de CO₂ equivalente en emisiones netas.

Tabla 6-1. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Absorciones	Emisiones kt CO ₂ equivalente			Absorciones totales	Total Emisiones brutas	Total Emisiones netas
		CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-27,625.44	24,115.51	300.50	100.75	-27,625.44	24,516.75	-3,108.69
4.A.	Tierras forestales	-26,265.63	IE	IE	IE	-26,265.63	IE	-26,265.63
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-22,933.83	IE	IE	IE	-22,933.83	IE	-22,933.83
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-3,331.79	IE	IE	IE	-3,331.79	IE	-3,331.79
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-2,093.90	IE	IE	IE	-2,093.90	IE	-2,093.90
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	-1,196.52	IE	IE	IE	-1,196.52	IE	-1,196.52
4.A.2.c.	Humedales convertidos en tierras forestales	-19.70	NE	IE	IE	-19.70	IE	-19.70
4.A.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	-21.67	NE	IE	IE	-21.67	IE	-21.67
4.B.	Tierras de cultivo	-1,184.07	2,009.34	IE	IE	-1,184.07	2,009.34	825.26
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-527.60	IE	IE	IE	-527.60	IE	-527.60
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	-656.47	2,009.34	IE	IE	-656.47	2,009.34	1,352.87
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	IE	2,009.34	IE	IE	IE	2,009.34	2,009.34
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	-593.95	IE	IE	IE	-593.95	IE	-593.95
4.B.2.c.	Humedales convertidos en tierras de cultivo	-62.52	IE	IE	IE	-62.52	IE	-62.52
4.B.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.	Pastizales	-134.14	20,584.05	IE	IE	-134.14	20,584.05	20,449.91
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	IE	156.99	IE	IE	IE	156.99	156.99
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	-134.14	20,427.06	IE	IE	-134.14	20,427.06	20,292.92
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	IE	20,288.69	IE	IE	IE	20,288.69	20,288.69
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	IE	138.37	IE	IE	IE	138.37	138.37
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	-134.14	NE	IE	IE	-134.14	IE	-134.14
4.C.2.d.	Asentamientos convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.	Humedales	NE	490.39	NE	NE	IE	490.39	490.39
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	NE	490.39	NE	NE	IE	490.39	490.39
4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	NE	267.44	NE	NE	IE	267.44	267.44

Código	Categorías de fuente y sumidero de GEI	Absorciones	Emisiones kt CO ₂ equivalente			Absorciones totales	Total Emisiones brutas	Total Emisiones netas
		CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			
4.D.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en humedales	NE	64.22	NE	NE	IE	64.22	64.22
4.D.2.c.	Pastizales convertidos en humedales	NE	158.73	NE	NE	IE	158.73	158.73
4.D.2.d.	Asentamientos convertidos en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.e.	Otras tierras convertidas en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.	Asentamientos	NE	954.99	NE	NE	IE	954.99	954.99
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	NE	954.99	NE	NE	IE	954.99	954.99
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	NE	446.86	NE	NE	IE	446.86	446.86
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	NE	95.19	NE	NE	IE	95.19	95.19
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	NE	412.94	NE	NE	IE	412.94	412.94
4.E.2.d.	Humedales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.e.	Otras tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.	Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.c.	Pastizales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.d.	Humedales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.e.	Asentamientos convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.G.	Productos de la madera recolectada	-41.60	76.74	NA	NA	-41.60	76.74	35.14
4.G.1.	Madera maciza	-41.60	51.34	NA	NA	-41.60	51.34	9.74
4.G.1.a.	Madera aserrada	IE	51.34	NA	NA	-	51.34	51.34
4.G.1.b.	Paneles a base de madera	-41.60	IE	NA	NA	-41.60	-	-41.60
4.G.2.	Papel y catón	-	25.41	NA	NA	-	25.41	25.41
4(IV)	Quema de biomasa	NA	NA	300.50	100.75	NA	401.24	401.24
4(IV).A.	Tierras forestales	NA	NA	268.11	74.41	NA	342.52	342.52
4(IV).B.	Cultivos	NA	NA	3.85	1.17	NA	5.02	5.02
4(IV).C.	Pastizales	NA	NA	28.54	25.17	NA	53.71	53.71

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

Para el 2022, el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) representa en valores absolutos el 11.58% (-3,108.69 kt CO₂ eq) del total de las emisiones nacionales, constituyéndose como un componente clave en la dinámica ambiental del país. El promedio histórico de emisiones y absorciones del sector se estima en -24,505.74 kt CO₂ eq, acompañado de una tasa de crecimiento anual compuesta de -7.12 %. En términos generales, el comportamiento de las diferentes categorías de uso del suelo se mantiene relativamente estable a lo largo de la serie histórica. No obstante, en los años más recientes se evidencia un retroceso significativo en la cobertura forestal, situación que ha repercutido en una reducción notable de las absorciones de carbono en las tierras forestales.

Esta disminución en la capacidad de absorción está estrechamente vinculada al cambio de uso del suelo, particularmente la conversión de áreas boscosas a pastizales, así como a diversas perturbaciones ocurridas en el territorio, con especial énfasis en el año 2022. La categoría de pastizales, en efecto, ha mostrado un crecimiento considerable en la superficie registrada, fenómeno que contribuye a un balance menos favorable al reducir las absorciones netas del sector. Como resultado, las absorciones estimadas para 2022 reflejan una caída superior al 90.60 % respecto a las registradas en 1990, evidenciando una tendencia preocupante en la capacidad del país para mantener reservas de carbono asociadas a los ecosistemas forestales.

En el año 2022, el balance total del sector UTCUTS alcanzó -3,108.69 kt CO₂ eq, cifra influida principalmente por los cambios observados en las categorías de tierras forestales y pastizales. Estos resultados subrayan la necesidad de fortalecer las estrategias de conservación, restauración y gestión sostenible del territorio, con el fin de frenar la pérdida de cobertura forestal y mejorar las condiciones para la captura de carbono a largo plazo.

La Tabla 6-2 presenta un resumen detallado de las emisiones y absorciones por categoría dentro del sector UTCUTS, proporcionando una visión integral del comportamiento de cada una de ellas durante el periodo analizado.

Tabla 6-2. Sector UTCUTS: total neto de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.A. Tierras forestales	-33,188.44	-33,093.12	-32,996.27	-36,178.38	-35,660.41	-30,168.80	-28,312.33	-30,124.42	-26,265.63
4.B. Tierras de cultivo	-568.26	-564.88	-493.39	-193.30	529.67	2,588.56	1,292.33	-404.02	825.26
4.C. Pastizales	350.22	698.65	1,435.39	2,550.56	10,182.23	11,757.84	24,971.93	20,794.48	20,449.91
4.D. Humedales	-	-	-	-	23.01	43.88	1,025.94	287.78	490.39
4.E. Asentamientos	249.59	276.76	314.15	24.55	683.19	420.97	843.05	804.27	954.99
4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4(I.V). Quema de biomasa	25.51	30.14	36.83	167.70	77.05	68.29	419.66	95.97	401.24
4.G. Productos de madera recolectada	48.01	77.23	-80.99	-33.12	116.97	39.68	71.25	-40.58	35.14
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-33,083.37	-32,575.23	-31,784.28	-33,661.99	-24,048.29	-15,249.57	311.83	-8,586.52	-3,108.69

Al analizar el promedio total por categoría dentro del sector UTCUTS, se observa que las tierras forestales constituyen la categoría de mayor relevancia, aportando en valores absolutos el 79,79 % del total. Su alta representatividad se debe a su papel fundamental como principal sumidero de carbono del país, ya que esta categoría registra absorciones significativas gracias a la presencia de ecosistemas boscosos que almacenan carbono en la biomasa viva, la materia orgánica muerta y los suelos.

La segunda categoría en importancia es la de pastizales, con una representatividad del 17,68 %. A diferencia de las tierras forestales, los pastizales se caracterizan por ser una fuente neta de emisiones, debido principalmente a los procesos asociados la conversión de cobertura forestal hacia áreas destinadas a ganadería y otros usos, así como las emisiones derivadas de la quema de biomasa y actividades antrópicas.

Las demás categorías como tierras de cultivo, humedales, asentamientos y otras tierras presentan contribuciones significativamente menores en comparación con las dos anteriores. Aunque su peso relativo es reducido, su comportamiento sigue siendo importante para comprender el balance total del sector, especialmente en zonas donde los cambios de uso del suelo pueden intensificarse o donde se desarrollan actividades productivas o expansiones urbanas. En la Figura 6-1 se observa la tendencia para toda la serie en cada una de las categorías el sector.

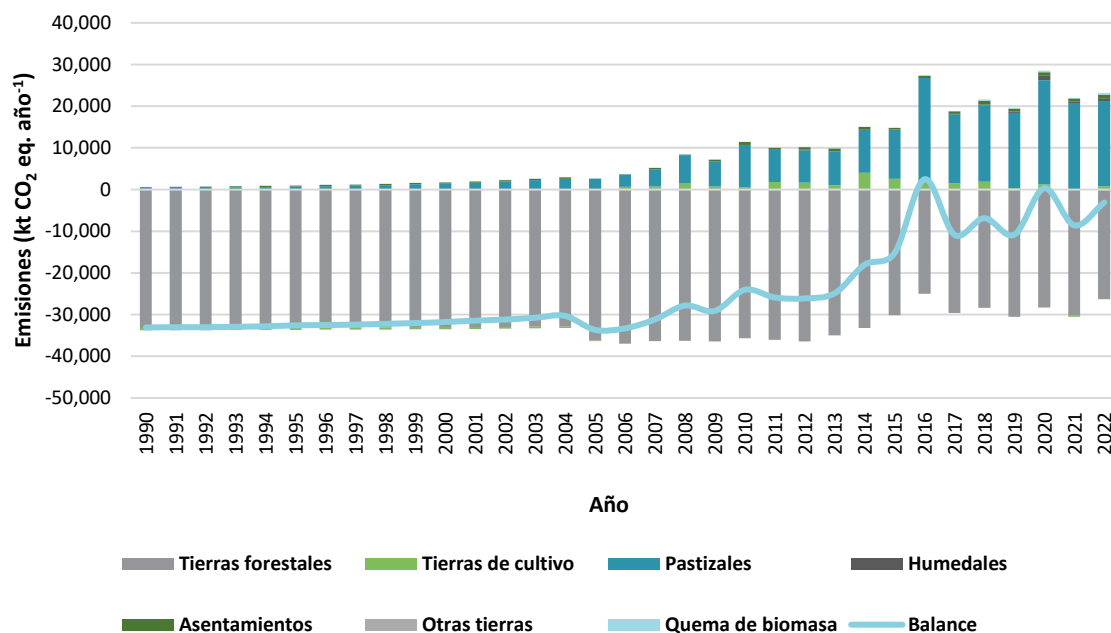


Figura 6-1. Sector UTCUTS: total neto por cada subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

En conjunto, este patrón evidencia que la dinámica del sector UTCUTS se ve fuertemente influenciada por el equilibrio entre las absorciones de carbono provenientes de las tierras forestales y las emisiones asociadas principalmente a los pastizales. En la Figura 6-2 se puede observar la distribución porcentual del promedio histórico de todas las categorías.

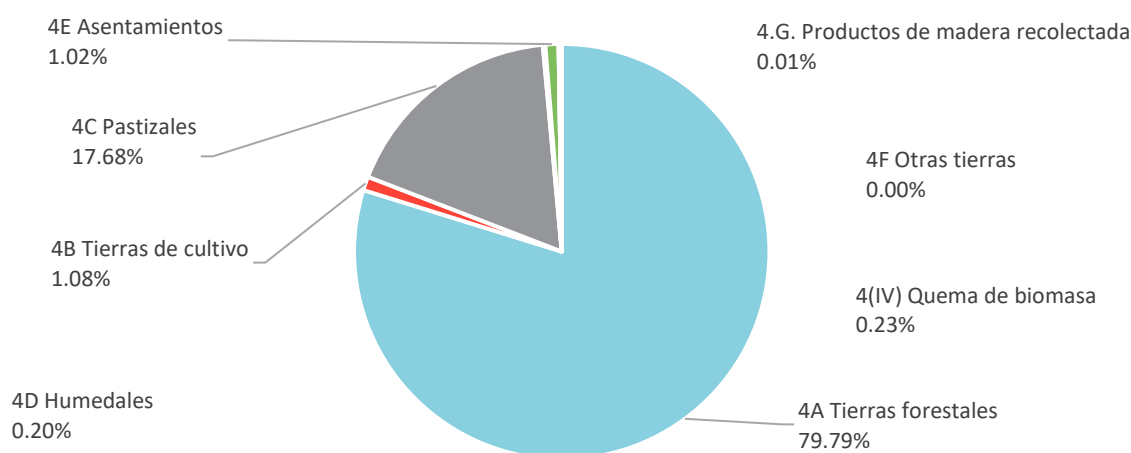


Figura 6-2. Sector UTCUTS: Porcentaje promedio de GEI por categoría, 1990-2022.

El análisis desagregado por tipo de gas (CO₂, CH₄ y N₂O) muestra un patrón muy similar al observado en las emisiones totales del sector, ya que la mayor parte de las emisiones y

absorciones provienen del dióxido de carbono (CO₂). Esto se debe a las dinámicas propias del uso de la tierra, donde los procesos de captación y liberación de carbono en la biomasa y los suelos constituyen la principal fuente del balance general del sector.

En contraste, las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) representan una fracción muy pequeña del total. Estos gases se generan principalmente por la quema de biomasa en tierras forestales, pastizales y cultivos. Aunque poseen un mayor potencial de calentamiento global, su aporte cuantitativo resulta reducido en comparación con el CO₂.

Los datos promedio de toda la serie indican que las absorciones de CO₂ equivalen al 78.39 % del total, mientras que las emisiones de CO₂ representan el 21.39 %. Por su parte, las emisiones de CH₄ y N₂O apenas alcanzan el 0.17 % y el 0.05 %, respectivamente. Esta distribución refleja un escenario donde históricamente las absorciones superan ampliamente a las emisiones, manteniendo al sector como un sumidero neto de carbono.

Sin embargo, para el año 2022 se observa un cambio significativo en este comportamiento. Las absorciones de CO₂ se reducen al 52.98 %, mientras que las emisiones de CO₂ aumentan al 46.25 %. Asimismo, el CH₄ asciende al 0.58 % y el N₂O al 0.19 %. Estos valores muestran que, a diferencia de la tendencia histórica, las emisiones y absorciones presentan proporciones mucho más cercanas entre sí. En la Tabla 6-3 se presentan las emisiones y absorciones por gas para unos años específicos y en la Figura 6-3 se presenta la serie completa para cada uno de los gases.

Tabla 6-3. Sector UTCUTS: total neto por cada GEI (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
Absorciones CO ₂	-33,924.95	-33,955.01	-34,026.40	-36,411.23	-36,351.02	-31,669.01	-29,645.66	-31,508.10	-27,625.44
Emisiones CO ₂	816.07	1,349.65	2,205.29	2,581.54	12,225.68	16,351.15	29,537.83	22,825.61	24,115.51
CH ₄	19.34	22.87	27.96	126.73	58.78	50.85	322.79	72.73	300.50
N ₂ O	6.16	7.27	8.87	40.97	18.27	17.45	96.87	23.24	100.75

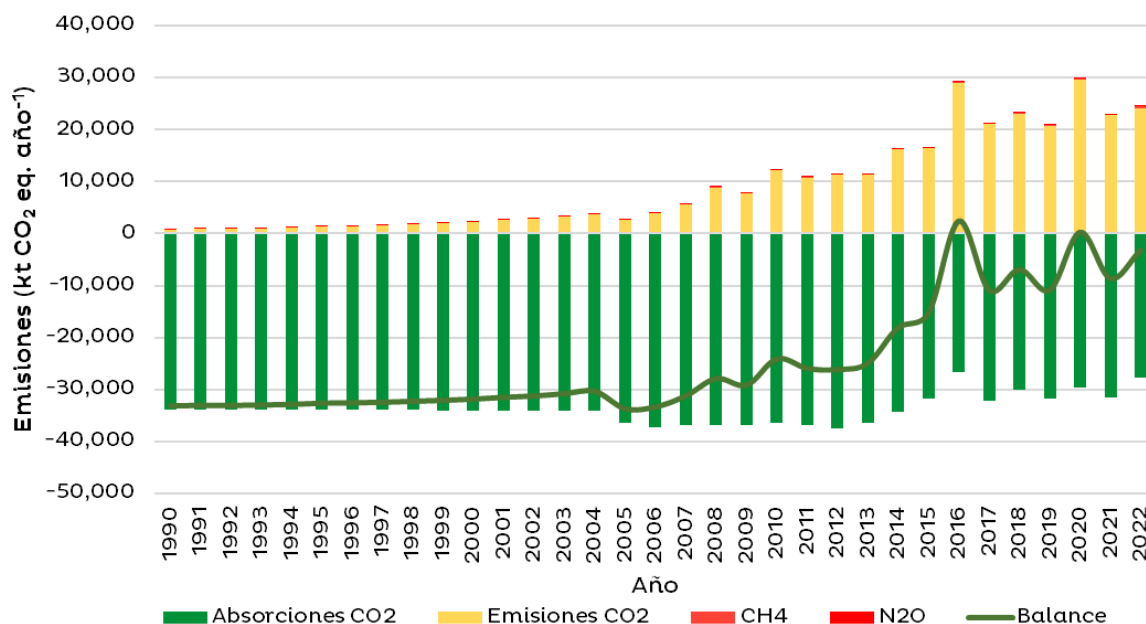


Figura 6-3. Sector UTCUTS: total neto por cada GEI (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

En la categoría 4.A. Tierras Forestales, las emisiones y absorciones de CO₂ se determinan a partir de las variaciones en las existencias de carbono, estimadas considerando todas las clasificaciones o subdivisiones seleccionadas para cada tipo de uso del suelo y tres depósitos de carbono. El país cuenta con factores de emisión específicos (nivel 2), derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras. Para aquellas coberturas sin factores propios, se emplean valores por defecto (nivel 1) según las Directrices del IPCC 2006 y su Refinamiento de 2019. En síntesis, se utilizaron factores de nivel 2 para los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y suelos en Tierras Forestales, así como algunos factores de nivel 2 para Tierras de Cultivo y Pastizales; para las demás categorías se recurrió a factores por defecto. En las categorías de humedales, asentamientos y otras tierras que permanecen sin cambios, no se realizan estimaciones. Finalmente, para la quema de biomasa se calculan las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes de incendios en tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales.

La Tabla 6-4 presenta la metodología empleada, las consideraciones para las proyecciones y los gases evaluados en cada subcategoría de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Tabla 6-4. Metodología empleada para estimar emisiones en UTCUTS.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales que permanecen como tales
4.A. Tierras forestales	4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo convertidas en tierras forestales
4.A. Tierras forestales	4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales convertidos en tierras forestales
4.A. Tierras forestales	4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.A. Tierras forestales	4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	NE	NE	-	-
4.A. Tierras forestales	4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.B. Tierras de cultivo	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo que permanecen como tales
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales convertidos en tierras de cultivo
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	-	-
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NE	NE	-	-
4.C. Pastizales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales que permanecen como tales
4.C. Pastizales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en pastizales
4.C. Pastizales	4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de Tierras de cultivo convertidas en pastizales
4.C. Pastizales	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.C. Pastizales	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	NE	NE	-	-
4.C. Pastizales	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	NE	NE	-	-

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.D. Humedales	4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	-	-
4.D. Humedales	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.D. Humedales	4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.D. Humedales	4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.D. Humedales	4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	NE	NE	-	-
4.D. Humedales	4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	NE	NE	-	-
4.E. Asentamientos	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	-	-
4.E. Asentamientos	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo convertidas en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de. pastizales convertidos en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	NE	NE	-	-

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.E. Asentamientos	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.1.Otras tierras que permanecen como tales	NO	NO	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.2.a.Tierras forestales convertidas en otras tierras	NE	NE	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.2.b.Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NE	NE	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	NE	NE	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	NE	NE	-	-
4.F. Otras tierras	4.F.2.d. Asentamientos convertidos en otras tierras	NE	NE	-	-
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.1.a. Madera aserrada	CO ₂	1	- Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.1.b. Paneles a base de madera	CO ₂	1	- Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.2. Papel y catón	CO ₂	1	- Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022
4(IV) Quema de biomasa	4(IV).A. Tierras forestales	CH ₄ , N ₂ O	1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales incendiadas
4(IV) Quema de biomasa	4(IV).B. Cultivos	CH ₄ , N ₂ O	1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de cultivos incendiados

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4(IV) Quema de biomasa	4(IV).C. Pastizales	CH ₄ , N ₂ O	1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales incendiados



6.2. Definiciones de uso de la tierra

Para las categorías de UTCUTS se debe manejar una definición operativa para cada uno de los usos el suelo, a continuación, se mencionan las definiciones:



Tierras forestales: Son áreas que cuentan con especies arbóreas plantas leñosas con tronco y copa definida, ya sean naturales o plantadas, que ocupan al menos 1 hectárea. Para que un área se considere bosque, la cobertura de copa debe superar el 10 % en el caso de bosques de coníferas y manglares, y ser igual o superior al 30 % en los demás tipos

de bosque. Además, las especies arbóreas deben alcanzar alturas mayores a 2 metros en manglares y superiores a 3 metros en los otros tipos de bosque. Estas zonas pueden incluir arbustos u otros estratos vegetales (Gobierno de Honduras, 2023).

- Incluye superficies formadas de manera natural o plantadas, sin importar la etapa del ciclo de vida en la que se encuentren.
- Se clasifica como bosque toda área que, aunque temporalmente no tenga cobertura arbórea debido a causas naturales o actividades de manejo, esté en proceso de regeneración y no haya cambiado de uso del suelo.
- La altura mínima de los árboles es de 3 m para bosques latifoliados, de pino y mixtos; en el caso del manglar, la altura mínima es de 2 m.
- En Honduras, todos los bosques se consideran áreas manejadas o con algún grado de intervención humana.



Tierras de cultivo: Esta categoría abarca las superficies destinadas a cultivos, incluyendo los arrozales y los sistemas agroforestales cuya estructura vegetal

no alcanza los umbrales establecidos para ser clasificados como tierras forestales (IPCC, 2006g).



Pastizales: Esta categoría comprende las zonas destinadas al pastoreo y los pastizales que no califican como tierras de cultivo. También abarca áreas con vegetación arbórea dispersa u otra vegetación no herbácea como hierbas y maleza cuya presencia se encuentra por debajo de los umbrales establecidos para clasificar un terreno como

tierra forestal. Asimismo, incluye todo tipo de pastizales, desde áreas no cultivadas hasta espacios recreativos, además de los sistemas silvopastoriles, conforme a las definiciones nacionales (IPCC, 2006g).



Humedales: Esta categoría abarca las áreas donde se extrae turba y los terrenos que permanecen cubiertos o saturados de agua durante todo el año o parte de él como las turberas y que no se clasifican como tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales o asentamientos. También incluye los

como subdivisiones gestionadas, así como los ríos y lagos naturales como subdivisiones no gestionadas (IPCC, 2006g).

Son áreas que abarcan marismas, pantanos, turberas y otras superficies cubiertas por agua ya sea natural, permanente o temporal; estancada o en movimiento; dulce, salobre o salada y que no se clasifican como tierras forestales, de cultivo, pastizales o asentamientos. Incluyen además ríos, lagos, lagunas, embalses y otros cuerpos de agua, tanto naturales como artificiales (Gobierno de Honduras, 2023).



Asentamientos: Esta categoría comprende todas las áreas urbanizadas o intervenidas, incluyendo las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier escala, siempre que no estén clasificadas en otra

categoría. Su delimitación debe alinearse con las definiciones nacionales (IPCC, 2006g).

Esta categoría comprende todas las áreas desarrolladas, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier escala, siempre que no estén clasificadas dentro de otra categoría (Gobierno de Honduras, 2023).



Otras tierras: Esta categoría comprende las áreas de suelo desnudo, roca, hielo y, en general, cualquier superficie que no se incluya en las otras cinco categorías de uso del suelo. Su propósito es asegurar que la suma total de las áreas identificadas coincida con la superficie nacional disponible en los registros. Cuando existan datos suficientes, se

recomienda que los países clasifiquen las tierras no gestionadas dentro de las categorías previamente definidas (por ejemplo, bosques no gestionados, pastizales no gestionados o humedales no gestionados). Esto contribuye a mejorar la transparencia y facilita el seguimiento de los cambios en el uso del suelo, especialmente cuando terrenos no gestionados se transforman en tipos incluidos en las categorías anteriores (IPCC, 2006g).

Esta categoría abarca las áreas de suelo descubierto, playas arenosas, formaciones de coral expuesto, roca y, en general, cualquier superficie que no esté contemplada dentro de las otras cinco categorías (Gobierno de Honduras, 2023).



6.3. Métodos específicos del país

6.3.1. Métodos utilizados para la representación de las tierras

Para la recopilación de información se empleó una aplicación desarrollada por la Coalición de naciones con bosques tropicales Cfrn para la evaluación del uso de la tierra, la cual

proporcionó una estructura metodológica que permitió levantar datos propios de manera sistemática y conforme a los requisitos de reporte establecidos por la CMNUCC y las directrices del IPCC (Gobierno de Honduras, 2023).

Esta herramienta deriva de *Collect Earth Online*, creada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, pero fue ajustada para asegurar plena compatibilidad con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los informes REDD+ ante la CMNUCC (ICF, 2023).

La información obtenida mediante esta aplicación fue posteriormente incorporada en la Foundational Platform de la CfRN, una hoja de cálculo diseñada específicamente para adaptarse a las condiciones nacionales y fundamentada en las Directrices del IPCC 2006/2019. Esta plataforma permite organizar todos los datos pertinentes del país y aplicarlos directamente a las ecuaciones del IPCC del Volumen 4, Capítulo 2, además de presentar los resultados siguiendo las categorías de uso de la tierra definidas por dicho organismo. Al igual que *Collect Earth Desktop* y *Collect Earth Online*, la herramienta utiliza acceso gratuito a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita el análisis histórico del cambio de uso de la tierra y la identificación de procesos como degradación, incendios, tala, huracanes y otras perturbaciones que influyen en la dinámica territorial (ICF, 2023).

Para la elaboración de la cuadrícula de parcelas de muestreo en Honduras se empleó información geoespacial proveniente del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), con la cual se determinó una superficie de 111,498 km². Aunque esta área difiere ligeramente de la extensión oficial del país (112,492 km²), representa la superficie terrestre delimitada espacialmente para efectos del análisis, por lo que se asumió como base de referencia. A partir de esta área y mediante un proceso de selección sistemática realizado en *Google Earth Engine*, utilizando los parámetros definidos para el diseño de la cuadrícula, se generaron 18,552 parcelas de muestreo de 1 hectárea cada una. Estas unidades se dispusieron con una separación de 2.5 x 2.5 km, conformando una malla de muestreo sistemático (Gobierno de Honduras, 2023).

La Tabla 6-5 presenta la matriz de áreas de permanencias y cambios correspondiente a toda la serie 1990-2022. A partir de 2005, esta matriz se complementó con datos proyectados. En ella se muestran los diferentes usos de la tierra identificados en el país, junto con sus áreas de permanencia y de transición. Cuando un mismo uso aparece tanto en la fila como en la columna, se refiere a zonas que permanecen sin cambios; en cambio, las filas representan el uso inicial y las columnas el uso al que se transforma. La suma total de las áreas registradas en la matriz equivale al área total del país.

Tabla 6-5. Matriz de representación coherente de la tierra para la serie temporal 1990-2022.

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
1990	4.A. Tierras forestales	6,976,264	684	1,046	-	644	-
	4.B. Tierras de cultivo	648	862,093	893	-	815	-
	4.C. Pastizales	8,177	4,463	2,802,076	-	300	-
	4.D. Humedales	-	-	-	392,106	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	93,511	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,079
1991	4.A. Tierras forestales	6,967,560	743	1,209	-	660	-
	4.B. Tierras de cultivo	669	869,538	920	-	793	-
	4.C. Pastizales	8,321	4,595	2,801,497	-	315	-
	4.D. Humedales	-	-	-	391,727	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	95,180	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,073
1992	4.A. Tierras forestales	6,958,656	810	1,397	-	676	-
	4.B. Tierras de cultivo	691	877,117	949	-	773	-
	4.C. Pastizales	8,469	4,735	2,800,905	-	331	-
	4.D. Humedales	-	-	-	391,350	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	96,873	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,067
1993	4.A. Tierras forestales	6,949,537	886	1,616	-	693	-
	4.B. Tierras de cultivo	716	884,836	979	-	754	-
	4.C. Pastizales	8,623	4,881	2,800,304	-	348	-
	4.D. Humedales	-	-	-	390,977	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	98,589	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,062
1994	4.A. Tierras forestales	6,940,184	971	1,869	-	710	-
	4.B. Tierras de cultivo	741	892,699	1,012	-	738	-
	4.C. Pastizales	8,783	5,035	2,799,696	-	366	-

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
	4.D. Humedales	-	-	-	390,609	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	100,331	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,056
1995	4.A. Tierras forestales	6,930,578	1,068	2,164	-	728	-
	4.B. Tierras de cultivo	769	900,712	1,046	-	723	-
	4.C. Pastizales	8,948	5,196	2,799,085	-	385	-
	4.D. Humedales	-	-	-	390,248	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	102,099	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,050
1996	4.A. Tierras forestales	6,920,697	1,180	2,506	-	746	-
	4.B. Tierras de cultivo	800	908,881	1,083	-	709	-
	4.C. Pastizales	9,120	5,366	2,798,476	-	406	-
	4.D. Humedales	-	-	-	389,894	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	103,893	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,045
1997	4.A. Tierras forestales	6,910,515	1,308	2,903	-	764	-
	4.B. Tierras de cultivo	832	917,211	1,123	-	696	-
	4.C. Pastizales	9,298	5,545	2,797,871	-	428	-
	4.D. Humedales	-	-	-	389,549	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	105,715	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,040
1998	4.A. Tierras forestales	6,900,006	1,456	3,366	-	783	-
	4.B. Tierras de cultivo	868	925,709	1,166	-	685	-
	4.C. Pastizales	9,484	5,734	2,797,276	-	453	-
	4.D. Humedales	-	-	-	389,216	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	107,566	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,034
1999	4.A. Tierras forestales	6,889,136	1,628	3,904	-	802	-
	4.B. Tierras de cultivo	906	934,382	1,212	-	674	-
	4.C. Pastizales	9,676	5,933	2,796,696	-	479	-
	4.D. Humedales	-	-	-	388,896	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	109,446	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,029
2000	4.A. Tierras forestales	6,877,872	1,829	4,530	-	821	-
	4.B. Tierras de cultivo	949	943,236	1,262	-	665	-
	4.C. Pastizales	9,877	6,144	2,796,135	-	508	-
	4.D. Humedales	-	-	-	388,592	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	111,356	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,025
2001	4.A. Tierras forestales	6,866,172	2,066	5,259	-	841	-

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
	4.B. Tierras de cultivo	995	952,277	1,316	-	656	-
	4.C. Pastizales	10,085	6,367	2,795,600	-	539	-
	4.D. Humedales	-	-	-	388,307	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	113,299	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,020
2002	4.A. Tierras forestales	6,853,991	2,346	6,108	-	862	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,047	961,513	1,375	-	648	-
	4.C. Pastizales	10,303	6,604	2,795,096	-	573	-
	4.D. Humedales	-	-	-	388,044	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	115,274	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,016
2003	4.A. Tierras forestales	6,841,278	2,680	7,099	-	883	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,104	970,949	1,440	-	641	-
	4.C. Pastizales	10,530	6,854	2,794,629	-	610	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,807	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	117,284	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,013
2004	4.A. Tierras forestales	6,827,976	3,079	8,255	-	904	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,168	980,590	1,511	-	634	-
	4.C. Pastizales	10,766	7,121	2,794,204	-	652	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,600	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	119,330	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,009
2005	4.A. Tierras forestales	6,814,020	3,561	9,604	-	926	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,240	990,442	1,589	-	628	-
	4.C. Pastizales	11,013	7,404	2,793,826	-	697	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,428	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	121,415	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,007
2006	4.A. Tierras forestales	6,813,566	3,606	10,818	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	601	1,002,472	3,005	-	601	-
	4.C. Pastizales	6,010	4,808	2,785,046	-	-	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,647	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	125,610	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2007	4.A. Tierras forestales	6,800,945	4,808	13,823	-	601	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,202	1,007,881	1,202	-	601	-
	4.C. Pastizales	2,404	6,611	2,788,652	-	1,202	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,647	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	126,211	-

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2008	4.A. Tierras forestales	6,773,299	7,813	23,439	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,202	1,018,098	-	-	-	-
	4.C. Pastizales	6,010	7,212	2,788,652	-	1,803	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,647	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	128,615	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2009	4.A. Tierras forestales	6,755,870	4,207	19,833	-	601	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,202	1,031,320	601	-	-	-
	4.C. Pastizales	5,409	3,005	2,802,475	-	1,202	-
	4.D. Humedales	-	-	601	387,046	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	130,418	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2010	4.A. Tierras forestales	6,724,618	4,808	31,252	-	1,803	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,803	1,031,921	4,808	-	-	-
	4.C. Pastizales	15,626	10,217	2,795,263	601	1,803	-
	4.D. Humedales	-	601	-	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	132,221	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2011	4.A. Tierras forestales	6,708,391	10,217	23,439	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	1,202	1,043,941	1,803	-	601	-
	4.C. Pastizales	14,424	7,813	2,807,884	-	1,202	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,046	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	135,827	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2012	4.A. Tierras forestales	6,689,159	10,818	21,636	601	1,803	-
	4.B. Tierras de cultivo	6,010	1,052,957	1,803	-	1,202	-
	4.C. Pastizales	9,616	16,227	2,807,283	-	-	-
	4.D. Humedales	601	-	-	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	137,630	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	6,010
2013	4.A. Tierras forestales	6,665,720	13,222	25,242	-	1,202	-
	4.B. Tierras de cultivo	3,005	1,073,391	3,606	-	-	-
	4.C. Pastizales	19,833	18,631	2,791,657	-	601	-
	4.D. Humedales	-	601	-	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	140,635	-
	4.F. Otras tierras	601	-	-	601	-	4,808
2014	4.A. Tierras forestales	6,635,670	18,631	34,257	-	601	-
	4.B. Tierras de cultivo	12,020	1,089,017	4,207	-	601	-
	4.C. Pastizales	27,646	21,035	2,770,622	-	1,202	-

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
	4.D. Humedales	-	601	-	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	142,438	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2015	4.A. Tierras forestales	6,619,442	15,626	40,267	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	9,616	1,117,264	1,202	601	601	-
	4.C. Pastizales	10,217	9,616	2,788,051	-	1,202	-
	4.D. Humedales	-	-	-	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	144,842	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2016	4.A. Tierras forestales	6,532,898	13,823	92,554	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	6,611	1,131,087	4,207	-	601	-
	4.C. Pastizales	22,838	12,621	2,791,657	-	2,404	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,046	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	146,645	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2017	4.A. Tierras forestales	6,485,419	17,429	58,898	-	601	-
	4.B. Tierras de cultivo	5,409	1,150,920	1,202	-	-	-
	4.C. Pastizales	13,222	13,823	2,859,570	-	1,803	-
	4.D. Humedales	-	-	601	386,445	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	149,650	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2018	4.A. Tierras forestales	6,427,122	13,222	61,903	-	1,803	-
	4.B. Tierras de cultivo	12,621	1,161,137	7,212	601	601	-
	4.C. Pastizales	13,222	7,813	2,895,630	601	3,005	-
	4.D. Humedales	-	-	601	385,844	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	152,054	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2019	4.A. Tierras forestales	6,391,062	6,611	55,292	-	-	-
	4.B. Tierras de cultivo	6,010	1,173,157	3,005	-	-	-
	4.C. Pastizales	9,015	12,621	2,940,105	1,803	1,803	-
	4.D. Humedales	-	-	-	387,046	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	157,463	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2020	4.A. Tierras forestales	6,318,941	10,217	72,120	3,005	1,803	-
	4.B. Tierras de cultivo	4,808	1,181,571	3,005	2,404	601	-
	4.C. Pastizales	6,010	7,212	2,982,175	1,803	1,202	-
	4.D. Humedales	-	-	601	388,248	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	159,266	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2021	4.A. Tierras forestales	6,262,447	5,409	61,302	-	601	-

Año Final	Uso y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS) (ha) Vertical: Uso Final Horizontal: Uso Inicial	4.A. Tierras forestales	4.B. Tierras de cultivo	4.C. Pastizales	4.D. Humedales	4.E. Asentamientos	4.F. Otras tierras
	4.B. Tierras de cultivo	2,404	1,194,793	1,202	601	-	-
	4.C. Pastizales	10,217	2,404	3,042,876	1,803	601	-
	4.D. Humedales	-	-	-	395,460	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	162,872	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808
2022	4.A. Tierras forestales	6,197,539	7,212	66,711	1,202	2,404	-
	4.B. Tierras de cultivo	13,222	1,175,561	13,823	1,202	1,202	-
	4.C. Pastizales	27,045	10,217	3,065,714	-	-	601
	4.D. Humedales	-	-	3,005	394,258	-	-
	4.E. Asentamientos	-	-	-	-	164,074	-
	4.F. Otras tierras	-	-	-	-	-	4,808

6.3.2. Métodos utilizados para las perturbaciones

La degradación forestal puede definirse como las modificaciones que experimentan los bosques durante un periodo determinado debido a disturbios naturales como plagas, tormentas o huracanes y a actividades humanas, entre ellas incendios, prácticas agrícolas y ganaderas, minería, construcción de infraestructura o tala selectiva. Estos procesos deterioran la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, disminuyendo su capacidad para generar bienes y servicios (Gobierno de Honduras, 2023).

En el ámbito operativo y para efectos de la interpretación visual realizada, se clasifican como áreas degradadas aquellas parcelas que mantienen los porcentajes de cobertura de copas establecidos en la definición de bosque, pero que en un año específico presentan afectaciones naturales o antrópicas dentro del periodo analizado (Gobierno de Honduras, 2023).

Para determinar la presencia de alguna de las perturbaciones definidas dentro de una parcela, es necesario utilizar las herramientas disponibles en la aplicación que permiten revisar el historial de imágenes satelitales provenientes de los sensores integrados en el sistema de evaluación. Como ejemplo, se emplea la aplicación desarrollada en *Google Earth Engine* (GEE) que utiliza imágenes Sentinel. En este caso, se analiza una parcela cuyo uso final corresponde a bosque latifoliado, en la cual se identifica un disturbio asociado a actividades ganaderas.

6.3.3. Métodos utilizados para los productos de la madera recolectada

Los productos de madera recolectada (PMR) constituyen un componente fundamental del ciclo del carbono, ya que funcionan como depósitos que almacenan cantidades significativas de este elemento a lo largo de las distintas etapas de vida del producto. En el caso de los PMR de larga duración, el carbono permanece retenido durante varios años, pasando por diferentes fases de acumulación y liberación gradual, hasta que eventualmente retorna a la atmósfera. De acuerdo con las directrices del IPCC, se asume que las emisiones derivadas de estos productos siguen un modelo de descomposición de primer orden, con un comportamiento logarítmico influenciado por la vida media específica de cada tipo de producto (IPCC, 2019a).

Para las estimaciones realizadas en esta categoría, se aplicó el método de producción, el cual contabiliza el carbono almacenado exclusivamente en los productos elaborados a partir de madera cosechada dentro del territorio nacional, independientemente del lugar donde estos productos se utilicen o se encuentren al final de su vida útil, es decir, que incluye las exportaciones. Este método permite evaluar de manera consistente los cambios en las reservas de carbono atribuibles a la producción forestal del país (IPCC, 2019a).

En términos de comportamiento, los PMR pueden mostrar dos tendencias: un incremento de las reservas de carbono entre un año y el siguiente, lo que genera un balance negativo (absorciones) debido a la lenta liberación asociada a su larga vida útil; o un balance positivo (emisiones), cuando dichas reservas disminuyen entre periodos consecutivos (IPCC, 2019a).



6.4. Tierras forestales (CRT 4.A.)

6.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las tierras forestales en Honduras ocupan una proporción significativa del territorio nacional, reflejando la importancia ecológica y productiva de estos ecosistemas. El país

posee una extensión de 112,492 km² y, según datos oficiales, alrededor del 56 % de esta superficie está cubierta por bosques, lo que equivale a 6,314,814.59 hectáreas. Esta cobertura forestal se compone principalmente de bosque latifoliado, que representa el 68.30 % del total, seguido por el bosque de coníferas con el 30.91 %, además de áreas de bosque latifoliado deciduo con 11,592 Km² (10 %) y manglares con 50,065.14 hasta (0.79 %); además de estos en tierras forestales participan los bosques mixtos y los agrobosques. La mayor parte de estas formaciones boscosas se concentra en los departamentos de Olancho, Gracias a Dios, Francisco Morazán, Colón y Yoro, que en conjunto albergan más del 60 % de los bosques del país (Gobierno de Honduras, 2023).

La distribución y diversidad de estas tierras forestales está influenciada por la variada topografía hondureña, caracterizada por relieves montañosos, pendientes pronunciadas y elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 2,849 msnm. Esta complejidad geográfica, sumada a un clima predominantemente subtropical, favorece la presencia de múltiples tipos de hábitats, desde bosques nublados hasta ecosistemas costeros y arrecifes coralinos. Debido al papel fundamental que desempeñan los bosques en la provisión de bienes y servicios ambientales como el abastecimiento de agua para consumo, agricultura e industria (Gobierno de Honduras, 2023).

En el año 2022, la categoría de Tierras Forestales presenta absorciones netas de GEI, aun cuando se registran algunas emisiones asociadas a disturbios naturales y antrópicos. Esto confirma que los bosques del país continúan funcionando como sumideros clave de carbono, desempeñando un papel esencial en la mitigación del cambio climático. Dentro de esta categoría, la subcategoría más relevante corresponde a Tierras forestales que permanecen como tales, que alcanza -22,933.83 kt CO₂ eq, representando el 87.32 % de las absorciones totales. Esta predominancia es coherente con la amplia extensión de bosques maduros presentes en Honduras y su alta capacidad de acumulación de biomasa.

Las demás subcategorías presentan aportes menores pero significativos. Las Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales registran absorciones de -2,093.90 kt CO₂ eq (7.97 %), reflejando procesos de restauración o recuperación boscosa en áreas previamente usadas para agricultura. Por su parte, los Pastizales convertidos en tierras forestales contribuyen con -1,196.51 kt CO₂ eq (4.56 %), mostrando también una tendencia positiva hacia la regeneración natural o restauración.

El análisis de la serie histórica 1990-2022 permite identificar tendencias importantes. La subcategoría Tierras forestales que permanecen como tales presenta una tasa de crecimiento compuesta negativa de -1.05 % y una reducción del 28.58 % en las absorciones a lo largo del período. Esta disminución puede estar asociada a fenómenos de degradación, pérdida de biomasa, aumento de disturbios o cambios en la extensión y calidad del bosque. A pesar de ello, continúa siendo el principal sumidero forestal del país.

En contraste, las Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales muestran un comportamiento claramente positivo, con una tasa de crecimiento compuesta de 8.74 % y un incremento del 1,360.85 % en las absorciones desde 1990. Este aumento sustancial sugiere una ampliación continua de zonas bajo procesos de reforestación, recuperación natural o modificaciones en el uso de la tierra que favorecen el establecimiento de cobertura forestal. Finalmente, la subcategoría Pastizales convertidos en tierras forestales experimenta una tasa de crecimiento compuesta de 0.78 % y un incremento del 28.58 %, lo cual confirma que, aunque su contribución es menor, mantiene un comportamiento consistentemente favorable a la remoción de carbono. En la Tabla 6-6 se puede observar los datos de la categoría en algunos años para determinar el comportamiento de las absorciones.

Tabla 6-6. 4.A. Tierras forestales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-32,110.91	-31,900.62	-31,658.02	-35,890.45	-34,145.85	-27,798.24	-25,369.06	-26,883.47	-22,933.83
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-1,077.52	-1,192.50	-1,338.25	-287.94	-1,514.57	-2,370.55	-2,943.27	-3,240.95	-3,331.79

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-143.34	-170.23	-209.92	-25.22	-350.50	-1,193.55	-1,871.93	-1,926.22	-2,093.90
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	-934.19	-1,022.27	-1,128.32	-262.72	-1,164.07	-1,135.63	-1,029.97	-1,273.35	-1,196.52
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	-	-	-	-	-	-19.70	-19.70	-19.70	-19.70
4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	-	-	-	-	-	-21.67	-21.67	-21.67	-21.67
4.A. Tierras forestales	-33,188.44	-33,093.12	-32,996.27	-36,178.38	-35,660.41	-30,168.80	-28,312.33	-30,124.42	-26,265.63

En esta categoría, todas las subcategorías evaluadas presentan balances netos de absorción, lo que confirma su papel predominante como sumideros de carbono dentro del sector UTCUTS. La subcategoría más relevante es la de tierras forestales que permanecen como tierras forestales, la cual aporta, en promedio histórico, el 94.77 % del total de absorciones del grupo. Este comportamiento refleja la alta capacidad de los bosques maduros y en regeneración continua para capturar carbono y mantener reservas estables a lo largo del tiempo.

En segundo lugar, se encuentran los pastizales convertidos en tierras forestales, que representan el 3.29 % del promedio histórico de absorciones. Esta subcategoría evidencia la importancia de los procesos de restauración ecológica y regeneración natural en zonas anteriormente destinadas a actividades ganaderas o cubiertas por vegetación herbácea. Por su parte, las tierras de cultivo convertidas en tierras forestales contribuyen con el 1.85 %, mostrando que, aunque en menor proporción, la recuperación de áreas agrícolas también tiene un efecto positivo en la acumulación de carbono cuando estas son integradas nuevamente a la cobertura forestal.

La Figura 6-4 evidencia un comportamiento homogéneamente negativo a lo largo de toda la serie histórica, consistente con la dinámica de sumidero propia de esta categoría. No obstante, en los últimos años se observa una tendencia a la disminución de las absorciones, atribuida principalmente a la pérdida progresiva de cobertura boscosa, la degradación forestal asociada a disturbios naturales y antrópicos, y la insuficiente implementación de programas de restauración y reforestación en áreas disponibles para recuperar cobertura arbórea, particularmente en zonas de ganadería extensiva y agricultura de baja intensidad

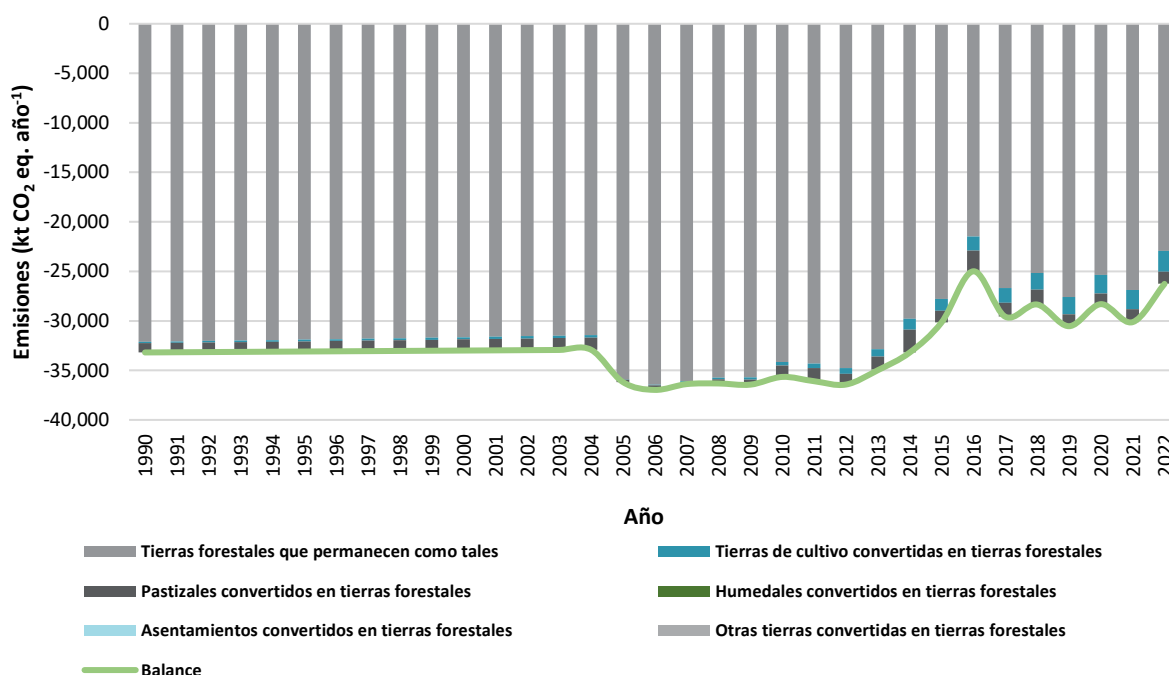


Figura 6-4. 4.A. Tierras forestales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI en tierras forestales se aplican las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a la serie 1990-2022. En esta categoría se cuantifican las emisiones de gases de efecto invernadero directos e indirectos (CO₂, CH₄ y N₂O) en las distintas categorías y subcategorías del sector UTCUTS que cuentan con información disponible en el país (véase la sección metodológica general correspondiente).

Para las categorías de cambio incluidas en los análisis de dinámica de cobertura se utiliza el Método 3, que incorpora información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada período analizado. Este enfoque permite aplicar directamente las ecuaciones recomendadas en las Directrices del IPCC (2006) para la estimación de cambios en existencias de carbono y emisiones asociadas a conversiones de uso del suelo, tales como las ecuaciones genéricas de cambio en biomasa viva, biomasa muerta y carbono del suelo según el capítulo 2 del Volumen 4.

El país cuenta con factores de emisión específicos de nivel 2, derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, los cuales se aplican en las ecuaciones pertinentes de las Directrices del IPCC (2006). Para aquellas coberturas o reservorios que no disponen de factores de emisión propios, se emplean valores por defecto de nivel 1, tomados de las Directrices del IPCC (2006) y del Refinamiento 2019, siguiendo las recomendaciones metodológicas vigentes.

Las estimaciones se realizan utilizando las herramientas adoptadas por el país para el procesamiento de información espacial y el cálculo de GEI (por ejemplo, sistemas de información geográfica y hojas de cálculo de cálculo específicas), siguiendo los procedimientos descritos en la sección metodológica general. En la Tabla 6-7 se hace referencia a la metodología incluyendo las ecuaciones, las proyecciones y gases estimados.

Tabla 6-7. 4.A. Tierras forestales: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales que permanecen como tales

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.A. Tierras forestales	4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo convertidas en tierras forestales
4.A. Tierras forestales	4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales convertidos en tierras forestales
4.A. Tierras forestales	4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.A. Tierras forestales	4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	NE	NE	-	-
4.A. Tierras forestales	4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-

6.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La recopilación de datos de actividad en tierras forestales se empleó una aplicación desarrollada por la CfrN para la evaluación del uso de la tierra, diseñada específicamente para cumplir con los requisitos de reporte sistemático de la CMNUCC conforme a las

Directrices del IPCC. Esta herramienta deriva de la plataforma *Collect Earth Online* (CEO), desarrollada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, y fue adaptada para asegurar la coherencia total con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los reportes REDD+ bajo la CMNUCC (Gobierno de Honduras, 2023).

La información recopilada mediante esta aplicación se integró en la *Foundational Platform* de CfrN, una hoja de cálculo ajustada a las circunstancias nacionales y basada en las Directrices del IPCC (2006/2019). Esta plataforma permitió compilar los datos nacionales relevantes y aplicarlos a las ecuaciones del Volumen 4, Capítulo 2 de las Directrices del IPCC, presentando además los resultados organizados según las categorías de uso del suelo del IPCC. Al igual que CEO y *Collect Earth Desktop*, la herramienta utilizada accede de manera gratuita a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita la interpretación de cambios de uso del suelo, degradación forestal y perturbaciones tales como incendios, tala, huracanes y otros eventos que afectan la dinámica forestal (Gobierno de Honduras, 2023).

La serie histórica de datos de actividad se completó mediante un proceso de retroproyección, utilizando la tendencia identificada a partir de los datos disponibles desde 2005. Este procedimiento permitió empalmar los períodos sin información directa, bajo el supuesto de que los patrones de cambio observados en la serie reciente representan adecuadamente la evolución histórica en la categoría.

Los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la categoría 4.A. Tierras forestales corresponden a agregados nacionales consolidados, presentados de manera resumida para proporcionar una referencia sobre su magnitud y para facilitar el diligenciamiento de las tablas de reporte común (CRT) del BTR (Ver Tabla 6-8).

Tabla 6-8. 4.A. Tierras forestales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (kilo hectáreas).

4.A. Tierras forestales							
Año	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	Total, tierras forestales
1990	6,976.26	0.65	8.18	-	-	-	6,985.09
1991	6,967.56	0.67	8.32	-	-	-	6,976.55
1992	6,958.66	0.69	8.47	-	-	-	6,967.82
1993	6,949.54	0.72	8.62	-	-	-	6,958.88
1994	6,940.18	0.74	8.78	-	-	-	6,949.71
1995	6,930.58	0.77	8.95	-	-	-	6,940.30
1996	6,920.70	0.80	9.12	-	-	-	6,930.62
1997	6,910.52	0.83	9.30	-	-	-	6,920.65
1998	6,900.01	0.87	9.48	-	-	-	6,910.36
1999	6,889.14	0.91	9.68	-	-	-	6,899.72
2000	6,877.87	0.95	9.88	-	-	-	6,888.70
2001	6,866.17	1.00	10.09	-	-	-	6,877.25
2002	6,853.99	1.05	10.30	-	-	-	6,865.34
2003	6,841.28	1.10	10.53	-	-	-	6,852.91
2004	6,827.98	1.17	10.77	-	-	-	6,839.91
2005	6,814.02	1.24	11.01	-	-	-	6,826.27
2006	6,813.57	0.60	6.01	-	-	-	6,820.18
2007	6,800.95	1.20	2.40	-	-	-	6,804.55
2008	6,773.30	1.20	6.01	-	-	-	6,780.51
2009	6,755.87	1.20	5.41	-	-	-	6,762.48
2010	6,724.62	1.80	15.63	-	-	-	6,742.05
2011	6,708.39	1.20	14.42	-	-	-	6,724.02
2012	6,689.16	6.01	9.62	0.60	-	-	6,704.78
2013	6,665.72	3.01	19.83	-	-	0.60	6,688.56
2014	6,635.67	12.02	27.65	-	-	-	6,675.34
2015	6,619.44	9.62	10.22	-	-	-	6,639.28
2016	6,532.90	6.61	22.84	-	-	-	6,562.35
2017	6,485.42	5.41	13.22	-	-	-	6,504.05
2018	6,427.12	12.62	13.22	-	-	-	6,452.96
2019	6,391.06	6.01	9.02	-	-	-	6,406.09
2020	6,318.94	4.81	6.01	-	-	-	6,329.76
2021	6,262.45	2.40	10.22	-	-	-	6,275.07
2022	6,197.54	13.22	27.05	-	-	-	6,237.81

6.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados se derivan principalmente de los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF), cuya construcción metodológica se ha fortalecido progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras agencias internacionales. La evolución del INF, Evaluación Nacional Forestal (ENF) (2005-2006), Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB) (2010-2015), Inventario Nacional Forestal (INF) (2017-2021) y el actual cuarto ciclo de INF, que permitió generar información biofísica robusta sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica del crecimiento, utilizada

como insumo fundamental para el cálculo de los factores de emisión. Los factores de emisión del país se estiman con base en datos de campo medidos estadísticamente en las Unidades de Muestreo (UM) del INF (Gobierno de Honduras, 2023).

Cuando no existen Factores de emisión específicos, se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006 y el refinamiento 2019. Estos valores se aplican bajo el supuesto de que representan adecuadamente ecosistemas con características ecológicas similares a los encontrados en el país.

En síntesis, los factores de emisión utilizados por Honduras combinan información nacional generada mediante el INF, análisis estadístico especializado y, cuando es necesario, valores por defecto del IPCC, garantizando consistencia metodológica (Ver Tabla 6-9).

Tabla 6-9. 4.A. Tierras forestales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Crecimiento Biomasa total	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa Subterránea	Biomasa Subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono	
				[t C / ha / yr]									Fuente
Tierras Forestales	CO ₂	Bosque Latifoliado Húmedo	Latifoliado siempreverde maduro	2.79	Parcelas de Muestreo Permanentes (Betina Salgado). Método IFN	73.52	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.24	17.48	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/sub población [Honduras]	91.00	60.00	
			Latifoliado siempre verde medio	2.90		64.40		0.17	11.04		75.44	34.00	
			Latifoliado siempreverde joven	3.20		31.42		0.29	9.13		40.55	10.00	
		Bosque de Conífera	Pino maduro	2.70		45.40		0.09	3.95		49.35	61.53	
			Pino medio	5.90		38.20		0.34	13.02		51.22	34.70	
			Pino joven	5.56		21.55		0.54	11.69		33.24	17.00	
			Pino regeneración	7.32		13.31		0.51	6.85		20.16	5.00	
		Bosque Mixto	Mixto maduro	1.82		55.22		0.29	15.81		71.03	60.77	
			Mixto medio	2.17		37.29		0.30	11.14		48.43	34.35	
			Mixto joven	2.38		16.10		0.30	4.91		21.00	13.50	
			Bosque seco	0.92		18.45		0.32	5.86		24.32		
		Bosque Deciduo	Bosque Seco joven	3.90	2019 IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 4.	16.10	Tabla 4.7. Refinamiento del 2019. Tropical dry forest, North and south america >20 years (tdm/ha)	0.32	5.12		21.22	40.00	
		Bosque de Mangle	Manglar maduro	1.44	Parcelas de Muestreo Permanentes (Betina Salgado). Método IFN	80.29	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/sub población [Honduras]	0.28	22.76		103.05	50.68	
			Manglar medio	3.25		69.45		0.27	18.63		88.08	25.60	
			Manglar joven	5.06		16.35		0.29	4.78		21.13	10.00	
		Agrobosque	Agrobosque Maduro	2.40	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	14.55	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población,	0.29	3.47		18.02	20.00	

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/ fuente				Población/subpoblación [Honduras]					
			Agrobosque Joven	2.40		14.55	Se sume que tiene unos 8 años	0.12	1.74		16.28
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/ fuente	Sub_Subcategoría/fuente	Fracción de carbono de la materia seca	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Fator por régimen de manejo (Fmg)
				[t C / (t d.m.)]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente
Tierras Forestales	CO ₂	Bosque Latifoliado Húmedo	Latifoliado siempreverde maduro	0.50	Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	120,45	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	1.00	IPCC 2006, Vol 4, Ch 4, pg 4.40	1.00	IPCC 2006, Vol 4, Ch 4, pg 4.40
			Latifoliado siempreverde medio								
			Latifoliado siempreverde joven								
		Bosque de Conífera	Pino maduro			94,71					
			Pino medio								
			Pino joven								
		Bosque Mixto	Pino regeneración			95,34					
			Mixto maduro								
			Mixto medio								
		Bosque Deciduo	Mixto joven			83,05					
			Bosque seco								
		Bosque de Mangle	Bosque Seco joven			130,43					
			Manglar maduro								
			Manglar medio								
		Agrobosque	Manglar joven			94,27					
			Agrobosque Maduro								
Agrobosque	Agrobosque Joven										
	Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/ fuente	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Materia orgánica muerta	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_N ₂ O	Factor de emisión_N ₂ O
Adimensional				Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente	
Tierras Forestales	CO ₂	Bosque Latifoliado Húmedo	Latifoliado siempreverde maduro	1.00	IPCC 2006, Vol 4, Ch 4, pg 4.40	10.84	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población,	6.80	IPCC 2006.Vol 4, Capítulo 2. Cuadro 2.5.	0.20	IPCC 2006.Vol 4, Capítulo 2. Cuadro 2.5. Valores para bosque tropical
			Latifoliado siempreverde medio			4.37					
			Latifoliado siempreverde joven			4.93					

		Bosque de Conífera	Pino maduro			2.45	Población/subpoblación [Honduras]		Valores para bosque tropical		
			Pino medio			1.23					
			Pino joven			2.28					
			Pino regeneración			12.27					
		Bosque Mixto	Mixto maduro			2.79					
			Mixto medio			5.41					
			Mixto joven			1.65					
		Bosque Deciduo	Bosque seco			1.31					
			Bosque Seco joven			1.31	Se asume igual a bosque seco maduro				
		Bosque de Mangle	Manglar maduro			1.29	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]				
			Manglar medio			2.00					
			Manglar joven			1.03					
		Agrobosque	Agrobosque Maduro			3.53					
			Agrobosque Joven			3.53	Se asume igual a agrobosque maduro				

6.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 4.A. Tierras forestales presenta una de las reducciones de incertidumbre más destacadas dentro del sector UTCUTS (ver Tabla 6-10). En 1990, la incertidumbre agregada asociada a las absorciones de CO₂ alcanzaba ± 174.33 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 23.86 %, lo que representa una reducción absoluta de 150.47 puntos porcentuales y relativa del 86.31 %. Este cambio tan pronunciado se explica por mejoras sustanciales en la delimitación y caracterización de las coberturas forestales, así como por el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y reporte a lo largo del periodo analizado, que se traducen a mayor disponibilidad de datos de actividad.

Las subcategorías también exhiben reducciones consistentes. En 4.A.2., la incertidumbre disminuye de ± 190.51 % en 1990 a ± 16.58 % en 2022, equivalente a -173.93 puntos porcentuales, con un descenso especialmente acelerado entre 1990 y 2010. Por su parte, 4.A.1 reduce sus valores de ± 180.07 % a ± 26.48 % durante el mismo periodo (-153.59 puntos), manteniendo un comportamiento estable después de 2010. En ambos casos, la caída progresiva refleja una mejora en la calidad y resolución de los datos de deforestación, regeneración, biomasa y tasas de crecimiento forestal que alimentan estas estimaciones.

Tabla 6-10. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.A. Tierras forestales.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Absorciones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 4.A.	Agregado	-33,188.44	174.33
1995	Total 4.A.	Agregado	-33,093.12	108.15
2000	Total 4.A.	Agregado	-32,996.27	97.08
2005	Total 4.A.	Agregado	-36,178.38	78.53

2010	Total 4.A.	Agregado	-35,660.41	32.93
2015	Total 4.A.	Agregado	-30,168.80	28.06
2020	Total 4.A.	Agregado	-28,312.33	17.67
2022	Total 4.A.	Agregado	-28,230.91	23.86
1990	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-1,077.52	190.51
1995	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-1,192.50	117.77
2000	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-1,338.25	84.56
2005	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-287.94	66.94
2010	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-1,514.57	29.44
2015	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-2,370.55	19.20
2020	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-2,943.27	15.16
2022	4.A.2.	CO ₂ _Abs	-2,849.04	16.58
1990	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-32,110.91	180.07
1995	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-31,900.62	112.11
2000	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-31,658.02	101.12
2005	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-35,890.45	79.16
2010	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-34,145.85	34.37
2015	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-27,798.24	30.41
2020	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-25,369.06	19.65
2022	4.A.1.	CO ₂ _Abs	-25,381.87	26.48

6.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. Particularmente en la categoría de tierras forestales se comprobó que los factores de emisión registran los valores más elevados en comparación con el resto de las categorías. Asimismo, se verificó que las emisiones netas resultaran negativas, lo cual es coherente con el hecho de que los cambios de uso ocurren hacia categorías con mayor capacidad de almacenamiento de carbono. Del mismo modo, que las permanencias reflejaran un comportamiento dominante de

absorciones, exceptuando casos puntuales donde se presentaran perturbaciones que modificaron dicha tendencia.

6.4.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Tierras Forestales se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (Ver Figura 6-5).

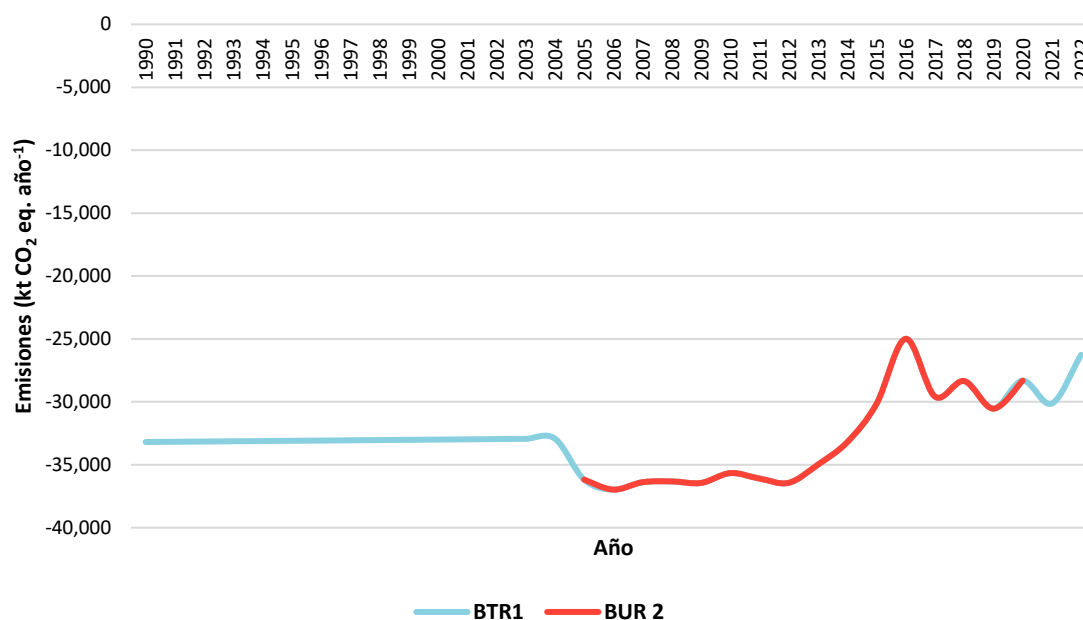


Figura 6-5. 4.A. Tierras forestales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.).

6.4.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-11 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Tierras Forestales, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-11. 4.A. Tierras forestales: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.A. Tierras forestales	En las tierras de forestales se presentan factores de emisión propios con incertidumbres altas	Es necesario identificar procesos para reducir la incertidumbre del inventario	2028 – BTR3	ICF
4.A. Tierras forestales	Identificar los ecosistemas y tipos de cobertura fuentes y sumidero de GEI	Realizar la desagregación de información desde las categorías generales a subcategorías	2026 – BTR2	SERNA



6.5. Tierras de cultivo (CRT 4.B.)

6.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de Tierras de Cultivos forma parte del sector UTCUTS y comprende todas las áreas en uso para cultivos anuales, perennes y sistemas agroforestales dominados por cultivos. De acuerdo con las Directrices del IPCC (2006), esta categoría implica la estimación de cambios en las existencias de carbono en la biomasa aérea, subterránea, MOM, así como en los suelos, tanto para tierras que permanecen en uso, como para aquellas que han sido convertidas desde otros usos a cultivos.

En Honduras, la categoría de Tierras de Cultivos tiene una presencia significativa en el territorio nacional y representa un componente esencial para la economía agrícola. Las principales subcategorías relevantes en el país son: Tierras de cultivo que permanecen como tales, que constituyen la mayor extensión agrícola; Pastizales convertidos a cultivos, asociada a la expansión de cultivos; y Tierras forestales convertidas en cultivos, vinculada principalmente a la ampliación de la frontera agrícola en detrimento de las áreas de bosque.

Los cultivos en el país generan tanto emisiones como absorciones de CO₂. Las emisiones provienen principalmente de la conversión de bosques a tierras agrícolas, lo cual implica la pérdida de biomasa aérea, de MOM y una disminución de carbono almacenado en el suelo, debido a que expansión agrícola ha sido uno de los principales motores de la deforestación en Honduras. El establecimiento de monocultivos como banano, caña de azúcar, palma africana y piña ha requerido la conversión de grandes extensiones de bosque en áreas de cultivo (Vallejo, 2011).

Por otro lado, las absorciones se producen por la acumulación de carbono en cultivos perennes, sistemas agroforestales y la permanencia de áreas agrícolas donde se mantiene la biomasa en crecimiento. En Honduras, cultivos como café, cacao, palma africana y frutales poseen un papel importante como sumideros, al igual que sistemas agroforestales establecidos en tierras agrícolas.

En el año 2022, la categoría Tierras de cultivo presenta tanto absorciones como emisiones de GEI, resultado de la dinámica propia de los sistemas agrícolas y de la interacción de los cambios de uso del suelo. Las absorciones provienen principalmente del incremento de biomasa y de la acumulación de carbono en los distintos depósitos asociados al crecimiento de cultivos perennes y anuales. Asimismo, los cambios de uso que implican la conversión de pastizales a tierras de cultivo generan absorciones adicionales cuando los nuevos cultivos presentan una mayor capacidad de almacenamiento de carbono en comparación con la cobertura anterior.

En cuanto a la distribución por subcategorías, la más representativa en 2022 en valores absolutos es Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, con 2,009.34 kt CO₂ eq

(62.92 %), lo que refleja la magnitud de emisiones asociadas al reemplazo de la cobertura boscosa por usos agrícolas. Le siguen Pastizales convertidos en tierras de cultivo, con -593.95 kt CO₂ eq (18.60 %), que presenta un balance neto de absorción ligado a la transición hacia cultivos capaces de acumular más carbono que la vegetación herbácea. Por su parte, la subcategoría Tierras de cultivo que permanecen como tales aporta -527.60 kt CO₂ eq (16.52 %), evidenciando que, bajo ciertas condiciones de manejo y considerando los depósitos de carbono pertinentes, estas tierras pueden actuar como sumideros modestos.

El análisis de la serie temporal muestra tendencias relevantes para entender la evolución del sector. En primer lugar, las Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo presentan una tasa de crecimiento anual compuesta del 8.06 %, reflejando la creciente presión del avance de la frontera agrícola sobre áreas boscosas. También, entre 1990 y 2022 se registra aumento acumulado de las emisiones del 1,094.22 %.

Por otro lado, la subcategoría Pastizales convertidos en tierras de cultivo muestra una tasa de crecimiento anual compuesta del 0,63 %, acompañada de un incremento del 22.09 % en las absorciones en el mismo período, lo que sugiere un proceso progresivo de recuperación de carbono en estas áreas. Finalmente, las Tierras de cultivo que permanecen como tales registran una tasa de crecimiento anual compuesta del 2.36 % en absorciones y un aumento del 111.03 % en el carbono acumulado entre 1990 y 2022, lo cual podría estar relacionado con capacidad de retención de biomasa por el crecimiento de los cultivos.

La Tabla 6-12 presenta una selección de años clave que permite visualizar con mayor claridad el comportamiento de las emisiones y absorciones en esta categoría, evidenciando las tendencias de largo plazo y los cambios en la estructura de uso del suelo asociados al desarrollo agrícola del país.

Tabla 6-12. 4.B. Tierras de cultivo: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-250.01	-261.21	-273.54	-26.17	-189.47	-524.84	-437.44	-411.19	-527.60
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	-318.25	-303.67	-219.85	-167.14	719.14	3,113.40	1,729.78	7.17	1,352.87

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	168.25	262.80	449.97	-	1,202.15	4,009.88	2,514.23	837.95	2,009.34
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	-486.50	-566.47	-669.82	-167.14	-432.17	-833.95	-721.93	-768.26	-593.95
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	-	-50.84	-62.52	-62.52	-62.52	-62.52
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B. Tierras de cultivo	-568.26	-564.88	-493.39	-193.30	529.67	2,588.56	1,292.33	-404.02	825.26

Dentro de la categoría Tierras de cultivo, las subcategorías registran tanto absorciones como emisiones en el balance neto de pérdidas y ganancias de carbono. La subcategoría más significativa en valores absolutos es Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, que concentra el 58.97 % del promedio histórico, actuando como la principal fuente de emisiones debido a la liberación de carbono asociada a la remoción de la cobertura forestal y a la reducción de las existencias de carbono en todos sus depósitos. En contraste, dos subcategorías funcionan principalmente como sumideros: Pastizales convertidos en tierras de cultivo y Tierras de cultivo que permanecen como tales, con aportes del 26.89 % y 12.43 % del promedio histórico, respectivamente. Estos sumideros reflejan la acumulación de biomasa aérea y subterránea que ocurre en ciertos cultivos, especialmente en los de tipo perenne.

La Figura 6-6 muestra una tendencia creciente en las emisiones, impulsada principalmente por la conversión continua de áreas forestales hacia usos agrícolas, lo que implica la pérdida sostenida de cobertura boscosa y de sus correspondientes existencias de carbono. Sin embargo, las absorciones también exhiben un incremento a lo largo de la serie, aunque en menor magnitud. Este comportamiento obedece a la mayor acumulación de biomasa en las tierras agrícolas que permanecen estables y, en particular, al cambio de uso de pastizales hacia cultivos, lo cual incrementa los depósitos de carbono. El punto máximo de absorciones se observa en 2017.

Finalmente, en la gráfica se aprecia un punto atípico en el año 2005, año que corresponde al primer período con estimaciones basadas en datos observados. Hacia años previos, los valores provienen de proyecciones que siguen la tendencia general de la serie; sin embargo, en 2005, aunque las áreas son comparables a las de años cercanos, no se evaluaron cambios de cobertura, y las absorciones reflejan exclusivamente la acumulación de ese año. A partir de 2006, se presenta la acumulación interanual de carbono, lo que explica la diferencia en el comportamiento de la serie antes y después de este punto de quiebre.

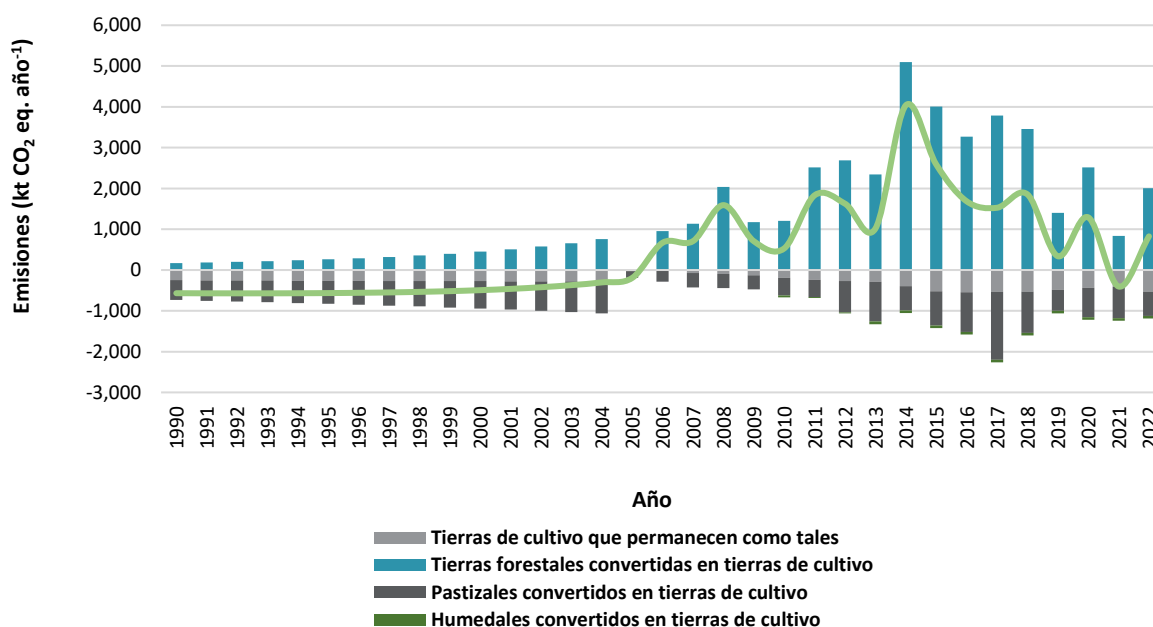


Figura 6-6. 4.B. Tierras de cultivo: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI en Tierras de Cultivos, se aplican las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a la serie 1990-2022. En esta categoría se cuantifican las emisiones directas e indirectas de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas al uso del suelo agrícola, a los cambios en el uso del suelo.

Para las categorías de cambio incluidas en los análisis de dinámica de cobertura se utiliza el Método 3, que incorpora información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada período analizado. Este enfoque permite aplicar directamente las ecuaciones

recomendadas en las Directrices del IPCC (2006) para la estimación de cambios en existencias de carbono y emisiones asociadas a conversiones de uso del suelo, tales como las ecuaciones genéricas de cambio en biomasa viva, biomasa muerta y carbono del suelo según el capítulo 2 del Volumen 4.

El país cuenta con factores de emisión específicos de nivel 2, derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, los cuales se aplican en las ecuaciones pertinentes de las Directrices del IPCC (2006). Para aquellas coberturas o reservorios que no disponen de factores de emisión propios, se emplean valores por defecto de nivel 1, tomados de las Directrices del IPCC (2006) y del Refinamiento 2019.

Las estimaciones se realizan utilizando las herramientas adoptadas por el país para el procesamiento de información espacial y el cálculo de GEI (por ejemplo, sistemas de información geográfica y hojas de cálculo de cálculo específicas), siguiendo los procedimientos descritos en la sección metodológica general. En la Tabla 6-13 se hace referencia a la metodología incluyendo las ecuaciones, las proyecciones y gases estimados.

Tabla 6-13. 4.B. Tierras de cultivo: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.B. Tierras de cultivo	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo que permanecen como tales
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales convertidos en tierras de cultivo
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	-	-
4.B. Tierras de cultivo	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NE	NE	-	-

6.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La recopilación de datos de actividad en tierras de cultivos se empleó una aplicación desarrollada por la CfrN para la evaluación del uso de la tierra, diseñada específicamente para cumplir con los requisitos de reporte sistemático de la CMNUCC conforme a las Directrices del IPCC. Esta herramienta deriva de la plataforma *Collect Earth Online* (CEO), desarrollada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, y fue adaptada para asegurar la coherencia total con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los reportes REDD+ bajo la CMNUCC (Gobierno de Honduras, 2023).

La información recopilada mediante esta aplicación se integró en la *Foundational Platform* de CfrN, una hoja de cálculo ajustada a las circunstancias nacionales y basada en las Directrices del IPCC (2006/2019). Esta plataforma permitió compilar los datos nacionales relevantes y aplicarlos a las ecuaciones del Volumen 4, Capítulo 2 de las Directrices del IPCC, presentando además los resultados organizados según las categorías de uso del suelo del

IPCC. Al igual que CEO y *Collect Earth Desktop*, la herramienta utilizada accede de manera gratuita a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita la interpretación de cambios de uso del suelo, degradación forestal y perturbaciones tales como incendios, tala, huracanes y otros eventos que afectan la dinámica forestal (Gobierno de Honduras, 2023).

La serie histórica de datos de actividad se completó mediante un proceso de retroproyección, utilizando la tendencia identificada a partir de los datos disponibles desde 2005. Este procedimiento permitió empalmar los períodos sin información directa, bajo el supuesto de que los patrones de cambio observados en la serie reciente representan adecuadamente la evolución histórica en la categoría.

Los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la categoría 4.B. Tierras de Cultivo corresponden a agregados nacionales consolidados, presentados de manera resumida para proporcionar una referencia sobre su magnitud y para facilitar el diligenciamiento de las tablas de reporte común (CRT) del BTR (Ver Tabla 6-14).

Tabla 6-14. 4.B. Tierras de cultivo: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).

4.B. Tierras de cultivo							
Año	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Total, tierras de cultivo
1990	862.09	0.68	4.46	-	-	-	867.24
1991	869.54	0.74	4.60	-	-	-	874.88
1992	877.12	0.81	4.73	-	-	-	882.66
1993	884.84	0.89	4.88	-	-	-	890.60
1994	892.70	0.97	5.03	-	-	-	898.70
1995	900.71	1.07	5.20	-	-	-	906.98
1996	908.88	1.18	5.37	-	-	-	915.43
1997	917.21	1.31	5.55	-	-	-	924.06
1998	925.71	1.46	5.73	-	-	-	932.90
1999	934.38	1.63	5.93	-	-	-	941.94
2000	943.24	1.83	6.14	-	-	-	951.21
2001	952.28	2.07	6.37	-	-	-	960.71
2002	961.51	2.35	6.60	-	-	-	970.46
2003	970.95	2.68	6.85	-	-	-	980.48
2004	980.59	3.08	7.12	-	-	-	990.79

4.B. Tierras de cultivo							
Año	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Total, tierras de cultivo
2005	990.44	3.56	7.40	-	-	-	1,001.41
2006	1,002.47	3.61	4.81	-	-	-	1,010.89
2007	1,007.88	4.81	6.61	-	-	-	1,019.30
2008	1,018.10	7.81	7.21	-	-	-	1,033.12
2009	1,031.32	4.21	3.01	-	-	-	1,038.53
2010	1,031.92	4.81	10.22	0.60	-	-	1,047.55
2011	1,043.94	10.22	7.81	-	-	-	1,061.97
2012	1,052.96	10.82	16.23	-	-	-	1,080.00
2013	1,073.39	13.22	18.63	0.60	-	-	1,105.84
2014	1,089.02	18.63	21.04	0.60	-	-	1,129.28
2015	1,117.26	15.63	9.62	-	-	-	1,142.51
2016	1,131.09	13.82	12.62	-	-	-	1,157.53
2017	1,150.92	17.43	13.82	-	-	-	1,182.17
2018	1,161.14	13.22	7.81	-	-	-	1,182.17
2019	1,173.16	6.61	12.62	-	-	-	1,192.39
2020	1,181.57	10.22	7.21	-	-	-	1,199.00
2021	1,194.79	5.41	2.40	-	-	-	1,202.61
2022	1,175.56	7.21	10.22	-	-	-	1,192.99

6.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados se derivan principalmente de los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF), cuya construcción metodológica se ha fortalecido progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras agencias internacionales. La evolución del INF, Evaluación Nacional Forestal (ENF) (2005-2006), Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB) (2010-2015), Inventario Nacional Forestal (INF) (2017-2021) y el actual cuarto ciclo de INF, que permitió generar información biofísica robusta sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica del crecimiento, utilizada como insumo fundamental para el cálculo de los factores de emisión. Los factores de emisión del país se estiman con base en datos de campo medidos estadísticamente en las Unidades de Muestreo (UM) del INF (Gobierno de Honduras, 2023).

Cuando no existen Factores de emisión específicos, se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006 y el refinamiento 2019. Estos valores se aplican bajo el supuesto

de que representan adecuadamente ecosistemas con características ecológicas similares a los encontrados en el país.

En síntesis, los factores de emisión utilizados por Honduras combinan información nacional generada mediante el INF, análisis estadístico especializado y, cuando es necesario, valores por defecto del IPCC, garantizando consistencia metodológica (ver Tabla 6-15).

Tabla 6-15. 4.B. Tierras de cultivo: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/ fuente	Subcategoría/ fuente	Crecimiento Biomasa total	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/ biomasa subterránea (R)	Biomasa Subterránea	Biomasa Subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono
				[t C / ha / yr]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	Fuente	[t C / ha]	[Años]
Tierras de Cultivo	CO ₂	Cultivos de ciclo cortos	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	3.62	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.30	1.08	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	4.70	20.00
			After conversion/ disturbance	-	IPCC Tier 1 assumption	-			-		-	
		Cultivos perennes, agroforestales: Café	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	12.12	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.29	3.47		15.60	
			After conversion/ disturbance	2.40	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	12.12	Se asume que estos cultivos tienen por lo menos 3 años de crecimiento para poderse identificar en la imagen satelital como un cultivo perenne		3.47		15.60	
		Cultivos perennes, agroforestales: Cacao	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	12.12	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.29	3.47		15.60	
			After conversion/ disturbance	2.40	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	12.12	Se asume que estos cultivos tienen por lo menos 3 años de crecimiento para poderse identificar en la imagen satelital como un cultivo perenne		3.47		15.60	
		Cultivos perennes, puros: Frutales	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	62.97	Guías del IPCC, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.1, , tropical húmedo	0.26	16.66	Guías del IPCC 2019, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.2, , tropical húmedo,	79.63	

			After conversion/ disturbance	2.40	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	12.00			3.17	todas las regiones, Perenne con sombra	15.17	
		Cultivos perennes, puros: Palma africana	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	21.00	Guías del IPCC, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.1, , tropical húmedo	0.23	4.83	Guías del IPCC 2019, VOL 4. Chap 5, Cuadro 5.2, , tropical húmedo, todas las regiones, Perenne con sombra	25.83	
			After conversion/ disturbance	2.40	Refinamiento IPCC, 2019. Capítulo 5. Tabla 5.1. Tropical, all regions. Shaded Perennial.	12.00			2.76		14.76	
		Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	11.34	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.28	3.19	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	14.53	
			After conversion/ disturbance	2.27	Se estima como AGB / años de crecimiento (cosecha) = 5 años	11.34			Se asume que al momento de la conversión el cafetal tiene por los menos 2 años, para ser identificado en la imagen satelital		3.19	14.53
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Fracción de carbono de la materia seca	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	
				[t C / (t d.m.)]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensio nal	Fuente	Adimensional	Fuente	
Tierras de Cultivo	CO ₂	Cultivos de ciclo cortos	Remaining land	0.50	Guías del IPCC 2006, Volumen 4, Capítulo 5. Sección 5.3.1.2	87.42	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	0.83	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5, FLU: Tropical/ Labranza completa/bajo, tropical, húmedo.	1.04	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5 FMG: Laboreo Reducido, tropical.	
			After conversion/ disturbance									
		Cultivos perennes, agroforestales: Café	Remaining land			94.94		1.01	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5, FLU: Tropical, cultivos perennes	1.04		
			After conversion/ disturbance			88.26		1.01		1.04		
		Cultivos perennes, agroforestales: Cacao	Remaining land							1.04		
			After conversion/ disturbance									
			Remaining land							1.04		

		Cultivos perennes, puros: Frutales	After conversion/ disturbance			84.01		1.01			
		Cultivos perennes, puros: Palma africana	Remaining land			123.85		1.01		1.04	
		Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	After conversion/ disturbance			98.19		0.83	IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5, FLU: Tropical/ Labranza completa/bajo, tropical, húmedo.	1.04	
			Remaining land								
			After conversion/ disturbance								
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/ fuente	Subcategoría/ fuente	Factor de entrada de materia orgánica	Factor de entrada de materia orgánica (FI)	Materia orgánica muerta	Materia orgánica muerta	Factor de emisión CH ₄	Factor de emisión CH ₄	Factor de emisión N ₂ O	Factor de emisión N ₂ O
				Adimensional	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente
Tierras de Cultivo	CO ₂	Cultivos de ciclo cortos	Remaining land		IPCC Ref 2019, V4, Cap 5, Cuadro 5.5 Medio, Todos		Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	2.70	IPCC 2006, V4, Cap 2, Cuadro 2.5 Agricultura Residuos	0.07	IPCC 2006, V4, Cap 2, Cuadro 2.5 Agricultura Residuos
			After conversion/ disturbance	1.00		0.27					
		Cultivos perennes, agroforestales: Café	Remaining land								
			After conversion/ disturbance	1.00		3.53					
		Cultivos perennes, agroforestales: Cacao	Remaining land								
			After conversion/ disturbance	1.00		3.53					
		Cultivos perennes, puros: Frutales	Remaining land								
			After conversion/ disturbance	1.00		0.19					
		Cultivos perennes, puros: Palma africana	Remaining land								
			After conversion/disturbance	1.00		-					
		Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	Remaining land								
			After conversion/disturbance	1.00		-					

6.5.3 Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 4.B. Tierras de cultivo muestra una reducción significativa en la incertidumbre entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada asociada a las emisiones y absorciones de CO₂ era de ± 187.25 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 93.62 (ver Tabla 6-16), una reducción absoluta de 93.63 puntos porcentuales y relativa del 50.00 %. Los valores más bajos se registran en 2015 (± 38.84 %) y 2020 (± 49.32 %), cuando la incertidumbre se reduce hasta en un 79,26 % respecto al valor inicial, evidenciando mejoras temporales en la calidad de la información recopilada para esta categoría.

Las subcategorías también presentan descensos importantes. En 4.B2, la incertidumbre pasa de ± 288.99 % en 1990 a ± 48.45 % en 2022, lo que representa una disminución de 240,54 puntos porcentuales, con sus valores más bajos en 2015 (± 31.54 %). De manera similar, 4.B1 reduce sus niveles de incertidumbre de ± 214.06 % en 1990 a ± 34.37 % en 2022, alcanzando un valor mínimo de ± 24.52 % en 2020. Estas reducciones reflejan avances en la caracterización de los cambios en las coberturas agrícolas, mejoras en la disponibilidad de información cartográfica y un uso más preciso de factores de emisión y absorción.

Tabla 6-16. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.B. Tierras de cultivo.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones/ Absorciones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 4.B.	Agregado	-568.26	187.25
1995	Total 4.B.	Agregado	-564.88	168.03
2000	Total 4.B.	Agregado	-493.39	144.74
2005	Total 4.B.	Agregado	-193.30	71.90
2010	Total 4.B.	Agregado	529.67	71.76

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones/ Absorciones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2015	Total 4.B.	Agregado	2,588.56	38.84
2020	Total 4.B.	Agregado	1,292.33	49.32
2022	Total 4.B.	Agregado	474.56	93.62
1990	Total 4.B.2.	Agregado	-318.25	288.99
1995	Total 4.B.2.	Agregado	-303.67	290.84
2000	Total 4.B.2.	Agregado	-219.85	297.87
2005	Total 4.B.2.	Agregado	-167.14	82.15
2010	Total 4.B.2.	Agregado	719.14	52.11
2015	Total 4.B.2.	Agregado	3,113.40	31.54
2020	Total 4.B.2.	Agregado	1,729.78	36.32
2022	Total 4.B.2.	Agregado	872.54	48.45
1990	Total 4.B.1.	Agregado	-250.01	214.06
1995	Total 4.B.1.	Agregado	-261.21	133.09
2000	Total 4.B.1.	Agregado	-273.54	104.12
2005	Total 4.B.1.	Agregado	-26.17	82.15
2010	Total 4.B.1.	Agregado	-189.47	33.38
2015	Total 4.B.1.	Agregado	-524.84	41.30
2020	Total 4.B.1.	Agregado	-437.44	24.52
2022	Total 4.B.1.	Agregado	-397.98	34.37
1990	4.B.2.	CO ₂	168.25	157.08
1995	4.B.2.	CO ₂	262.80	160.08
2000	4.B.2.	CO ₂	449.97	81.15
2005	4.B.2.	CO ₂	0.00	*
2010	4.B.2.	CO ₂	1,202.15	29.43
2015	4.B.2.	CO ₂	4,009.88	23.54
2020	4.B.2.	CO ₂	2,514.23	22.56
2022	4.B.2.	CO ₂	1,515.57	26.48
1990	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-486.50	181.07
1995	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-566.47	137.09
2000	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-669.82	81.15
2005	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-167.14	82.15
2010	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-483.01	25.61
2015	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-896.47	30.20
2020	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-784.45	34.44
2022	4.B.2.	CO ₂ _Abs	-643.03	20.67
1990	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-250.01	214.06
1995	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-261.21	133.09
2000	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-273.54	104.12
2005	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-26.17	82.15
2010	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-189.47	33.38
2015	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-524.84	41.30

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones/ Absorciones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-437.44	24.52
2022	4.B.1.	CO ₂ _Abs	-397.98	34.37

6.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. En la categoría de tierras de cultivos se verificó que los factores de emisión sean inferiores únicamente a los registrados en tierras forestales, de acuerdo con lo esperado metodológicamente. Asimismo, se comprobó la coherencia de los datos de actividad a lo largo de toda la serie temporal y se evaluó el comportamiento de las emisiones netas, considerando que únicamente las transiciones hacia tierras forestales deben generar emisiones, mientras que el resto de los cambios y permanencias deberían reflejar absorciones. También se revisaron las causas por las cuales las emisiones netas en los años 2005 y 2006 no siguieron la tendencia general, con el fin de asegurar la consistencia global de la serie.

6.5.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Tierras de Cultivos se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la

información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (Ver Figura 6-7).

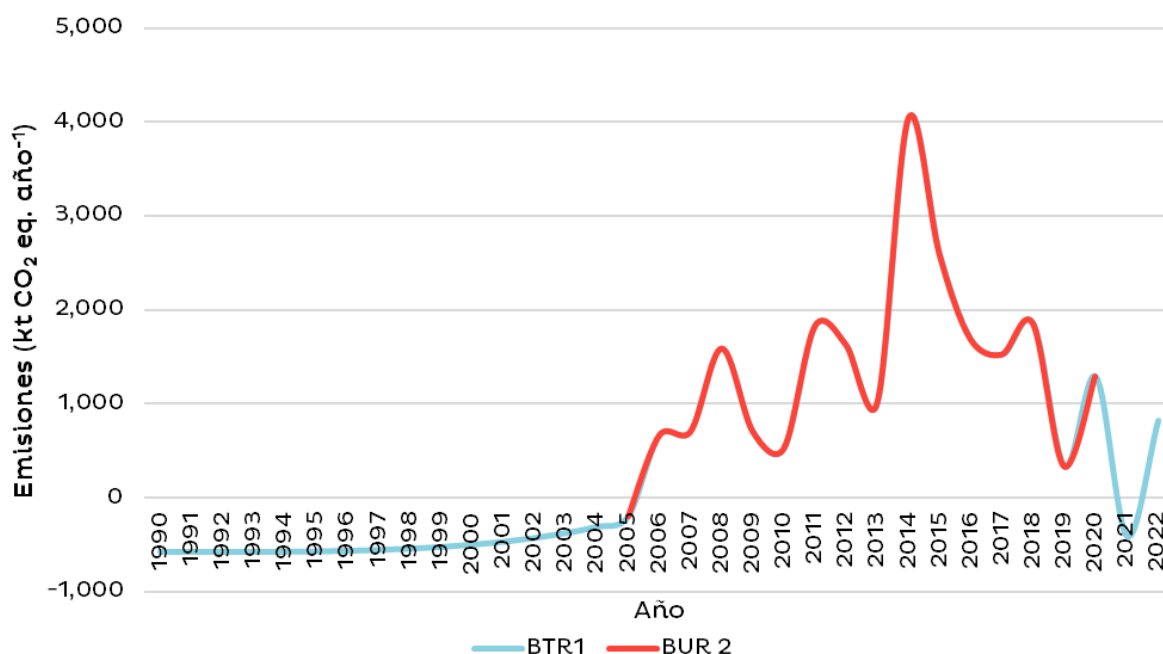


Figura 6-7. 4.B. Tierras de cultivo: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.5.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-17 (4.B. Tierras de cultivo: Plan de mejora propuesto) se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Tierras de Cultivos, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-17. 4.B. Tierras de cultivo: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.B. Tierras de cultivo	En las tierras de cultivos se presentan factores de emisión propios con incertidumbres altas	Es necesario identificar procesos para reducir la incertidumbre del inventario	2028 – BTR3	ICF
4.B. Tierras de cultivo	Identificar los ecosistemas y tipos de cobertura fuentes y sumidero de GEI	Realizar la desagregación de información desde las categorías generales a subcategorías	2026 – BTR2	SERNA



6.6. Pastizales (CRT 4.C.)

6.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de Pastizales dentro del sector UTCUTS, según las Directrices del IPCC (2006), abarca las tierras dedicadas al crecimiento de pastos naturales o manejados, incluye tanto pastizales que permanecen como tales como tierras convertidas en pastizales, registrando los cambios en las reservas de carbono en depósitos como biomasa aérea y subterránea, MOM y carbono en el suelo. En función de estos cambios, los pastizales pueden actuar como fuentes de emisiones especialmente cuando se convierten desde bosques o como sumideros, cuando se producen ganancias de biomasa respecto al uso previo.

En Honduras, la categoría de pastizales tiene gran relevancia debido a la expansión sostenida de la ganadería. Las principales subcategorías evaluadas son: Pastizales que permanecen como tales, Tierras forestales convertidas en pastizales, Tierras de cultivo convertidas en pastizales y Humedales convertidos en pastizales. Entre estas, la conversión

desde tierras forestales es la más significativa y constituye la principal fuente de emisiones, dado el marcado contraste entre las altas reservas de carbono en tierras forestales y los valores mucho menores presentes en los sistemas de pastoreo. Por su parte, las conversiones desde humedales pueden generar absorciones cuando implican una recuperación de biomasa o mejoras en el contenido de carbono del suelo.

A nivel nacional, esta categoría es fundamental para comprender la dinámica de emisiones del sector UTCUTS, dado que la pérdida de cobertura forestal asociada al avance del uso ganadero representa una de las principales presiones sobre los ecosistemas del país.

Para el año 2022 se observa que la categoría de Pastizales presenta tanto emisiones como absorciones de CO₂, producto de las dinámicas de permanencia y conversión entre usos del suelo. Las emisiones están asociadas principalmente a la pérdida de carbono derivada de las permanencias y de los cambios hacia este uso, especialmente cuando provienen de áreas con mayor biomasa, como los bosques, debido a la intensificación de los sistemas ganaderos que se considera una de las más importantes causas de degradación forestal y deforestación en el país (Ngo Bieng et al., 2022). Por otro lado, se registran absorciones en los casos donde el cambio de uso proviene de usos con menor contenido de carbono, como los humedales, lo que favorece la acumulación gradual de biomasa en los nuevos pastizales establecidos.

Entre las subcategorías, la más representativa en valores absolutos es Tierras forestales convertidas en pastizales, que genera 20,288.68 kt CO₂ eq, equivalente al 97.93 % de las emisiones totales de la categoría en 2022. Le siguen Pastizales que permanecen como tales, con 156.99 kt CO₂ eq (0.76 %), y Tierras de cultivo convertidas en pastizales, que aportan 138.37 kt CO₂ eq (0.67 %). Finalmente, los Humedales convertidos en pastizales constituyen la única subcategoría con absorciones netas, con -134.14 kt CO₂ eq (0.65 %), debido a la transición desde un uso con menor acumulación de biomasa hacia uno que permite una recuperación parcial de carbono en el tiempo.

El análisis de la serie temporal revela cambios importantes en la dinámica de esta categoría. La subcategoría Tierras forestales convertidas en pastizales muestra una tasa de

crecimiento compuesta del 13.79 %, con un incremento de las emisiones del 6,140.05 % entre 1990 y 2022, lo que evidencia una expansión sostenida de los pastizales sobre áreas boscosas. Por su parte, Pastizales que permanecen como tales presenta una tasa de crecimiento compuesta del 6.76 % y un aumento del 711.69 % en las emisiones durante el mismo periodo, lo cual sugiere una pérdida de biomasa por perturbaciones y pérdida progresiva de carbono en áreas establecidas como pastizales. Finalmente, Tierras de cultivo convertidas en pastizales registra una tasa de crecimiento compuesta del 10.46 %, con un aumento en las emisiones del 2,310.27 % entre 1990 y 2022.

En conjunto, estos resultados muestran una categoría dominada por emisiones, explicadas principalmente por la conversión de bosques a pastizales, mientras que las absorciones, aunque presentes, representan una fracción menor de la categoría. La Tabla 6-18 presenta los datos de referencia para distintos años de la serie, permitiendo observar con mayor detalle el comportamiento histórico de las emisiones y absorciones dentro de esta categoría.

Tabla 6-18. 4.C. Pastizales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	19.34	19.32	19.30	20.72	-2.55	17.41	49.73	21.42	156.99
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	330.88	679.33	1,416.09	2,529.84	10,184.78	11,740.43	24,922.20	20,773.07	20,292.92
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	325.14	672.61	1,407.98	2,531.24	10,200.36	11,792.49	24,859.66	20,871.42	20,288.69
4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	5.74	6.72	8.11	-1.40	-4.97	-41.45	104.21	-56.68	138.37
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	-	-	-	-	-10.61	-10.61	-41.68	-41.68	-134.14
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C. Pastizales	350.22	698.65	1,435.39	2,550.56	10,182.23	11,757.84	24,971.93	20,794.48	20,449.91

En esta categoría, las distintas subcategorías presentan tanto emisiones como absorciones de GEI. La más representativa corresponde a Tierras forestales convertidas en pastizales en valores absolutos, que concentra el 99.15 % del promedio histórico de las emisiones,

convirtiéndose en el principal aporte dentro del balance del sector. Le siguen los Pastizales que permanecen como tales, que aportan el 0.32 % de las emisiones totales. En cuanto a absorciones, la subcategoría Humedales convertidos en pastizales registra una contribución equivalente al 0.31 %, reflejando un comportamiento de sumidero. Por último, las Tierras de cultivo convertidas en pastizales representan el 0.21 % de las emisiones.

La Figura 6-8 evidencia una tendencia creciente en las emisiones asociadas al cambio de uso del suelo de tierras forestales a pastizales, proceso que domina ampliamente el comportamiento de la categoría de pastizales y explica su relevancia dentro del inventario nacional.

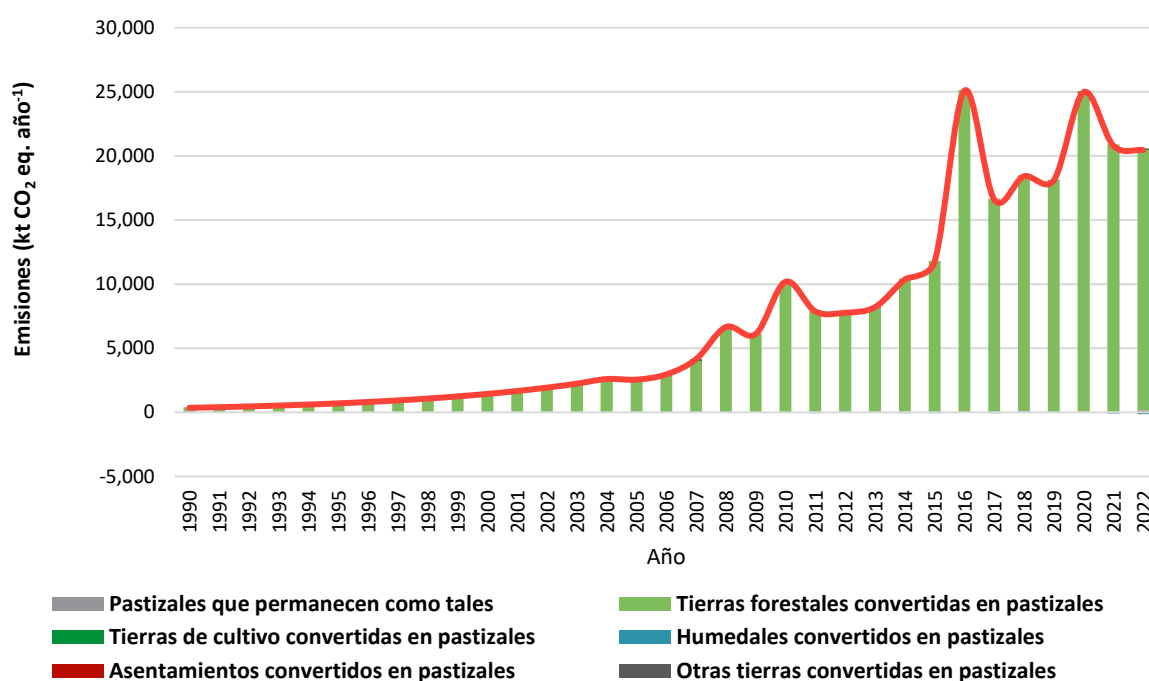


Figura 6-8. 4.C. Pastizales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.6.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI en pastizales, se aplican las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a la serie 1990-2022. En esta categoría se cuantifican las emisiones directas e indirectas de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas al uso del suelo agrícola, a los cambios en el uso del suelo.

Para las categorías de cambio incluidas en los análisis de dinámica de cobertura se utiliza el Método 3, que incorpora información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada período analizado. Este enfoque permite aplicar directamente las ecuaciones recomendadas en las Directrices del IPCC (2006) para la estimación de cambios en existencias de carbono y emisiones asociadas a conversiones de uso del suelo, tales como las ecuaciones genéricas de cambio en biomasa viva, biomasa muerta y carbono del suelo según el capítulo 2 del Volumen 4.

El país cuenta con factores de emisión específicos de nivel 2, derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, los cuales se aplican en las ecuaciones pertinentes de las Directrices del IPCC (2006). Para aquellas coberturas o reservorios que no disponen de factores de emisión propios, se emplean valores por defecto de nivel 1, tomados de las Directrices del IPCC (2006) y del Refinamiento 2019.

Las estimaciones se realizan utilizando las herramientas adoptadas por el país para el procesamiento de información espacial y el cálculo de GEI (por ejemplo, sistemas de información geográfica y hojas de cálculo de cálculo específicas), siguiendo los procedimientos descritos en la sección metodológica general. En la Tabla 6-19 se hace referencia a la metodología incluyendo las ecuaciones, las proyecciones y gases estimados.

Tabla 6-19. 4.C. Pastizales: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.C. Pastizales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.9, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.11, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.14, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales que permanecen como tales

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.C. Pastizales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en pastizales
4.C. Pastizales	4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	CO ₂	2	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de Tierras de cultivo convertidas en pastizales
4.C. Pastizales	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.C. Pastizales	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	NE	NE	-	-
4.C. Pastizales	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	NE	NE	-	-

1.1.1.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La recopilación de datos de actividad en pastizales se empleó una aplicación desarrollada por la CfrN para la evaluación del uso de la tierra, diseñada específicamente para cumplir con los requisitos de reporte sistemático de la CMNUCC conforme a las Directrices del IPCC. Esta herramienta deriva de la plataforma *Collect Earth Online* (CEO), desarrollada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, y fue adaptada para asegurar la coherencia total con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los reportes REDD+ bajo la CMNUCC (Gobierno de Honduras, 2023).

La información recopilada mediante esta aplicación se integró en la *Foundational Platform* de CfRN, una hoja de cálculo ajustada a las circunstancias nacionales y basada en las Directrices del IPCC (2006/2019). Esta plataforma permitió compilar los datos nacionales relevantes y aplicarlos a las ecuaciones del Volumen 4, Capítulo 2 de las Directrices del IPCC, presentando además los resultados organizados según las categorías de uso del suelo del IPCC. Al igual que CEO y *Collect Earth Desktop*, la herramienta utilizada accede de manera gratuita a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita la interpretación de cambios de uso del suelo, degradación forestal y perturbaciones tales como incendios, tala, huracanes y otros eventos que afectan la dinámica forestal (Gobierno de Honduras, 2023).

La serie histórica de datos de actividad se completó mediante un proceso de retroproyección, utilizando la tendencia identificada a partir de los datos disponibles desde 2005. Este procedimiento permitió empalmar los períodos sin información directa, bajo el supuesto de que los patrones de cambio observados en la serie reciente representan adecuadamente la evolución histórica en la categoría.

Los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la categoría 4.C. Pastizales corresponden a agregados nacionales consolidados, presentados de manera resumida para proporcionar una referencia sobre su magnitud y para facilitar el diligenciamiento de las tablas de reporte común (CRT) del BTR (ver Tabla 6-20).

Tabla 6-20. 4.C. Pastizales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).

4.C. Pastizales							
Año	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Total, pastizales
1990	2,802.08	1.05	0.89	-	-	-	2,804.02
1991	2,801.50	1.21	0.92	-	-	-	2,803.63
1992	2,800.90	1.40	0.95	-	-	-	2,803.25
1993	2,800.30	1.62	0.98	-	-	-	2,802.90
1994	2,799.70	1.87	1.01	-	-	-	2,802.58
1995	2,799.09	2.16	1.05	-	-	-	2,802.30
1996	2,798.48	2.51	1.08	-	-	-	2,802.06
1997	2,797.87	2.90	1.12	-	-	-	2,801.90
1998	2,797.28	3.37	1.17	-	-	-	2,801.81
1999	2,796.70	3.90	1.21	-	-	-	2,801.81
2000	2,796.14	4.53	1.26	-	-	-	2,801.93
2001	2,795.60	5.26	1.32	-	-	-	2,802.18
2002	2,795.10	6.11	1.38	-	-	-	2,802.58
2003	2,794.63	7.10	1.44	-	-	-	2,803.17
2004	2,794.20	8.25	1.51	-	-	-	2,803.97
2005	2,793.83	9.60	1.59	-	-	-	2,805.02
2006	2,785.05	10.82	3.01	-	-	-	2,798.87
2007	2,788.65	13.82	1.20	-	-	-	2,803.68
2008	2,788.65	23.44	-	-	-	-	2,812.09
2009	2,802.48	19.83	0.60	0.60	-	-	2,823.51
2010	2,795.26	31.25	4.81	-	-	-	2,831.32
2011	2,807.88	23.44	1.80	-	-	-	2,833.13
2012	2,807.28	21.64	1.80	-	-	-	2,830.72
2013	2,791.66	25.24	3.61	-	-	-	2,820.51
2014	2,770.62	34.26	4.21	-	-	-	2,809.09
2015	2,788.05	40.27	1.20	-	-	-	2,829.52
2016	2,791.66	92.55	4.21	-	-	-	2,888.42
2017	2,859.57	58.90	1.20	0.60	-	-	2,920.27
2018	2,895.63	61.90	7.21	0.60	-	-	2,965.35
2019	2,940.10	55.29	3.01	-	-	-	2,998.40
2020	2,982.17	72.12	3.01	0.60	-	-	3,057.90
2021	3,042.88	61.30	1.20	-	-	-	3,105.38
2022	3,065.71	66.71	13.82	3.01	-	-	3,149.25

1.1.1.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados se derivan principalmente de los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF), cuya construcción metodológica se ha fortalecido progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras agencias internacionales. La evolución del INF, Evaluación Nacional Forestal (ENF) (2005-2006), Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB) (2010-2015), Inventario Nacional Forestal (INF) (2017-2021) y el actual cuarto ciclo de INF, que permitió generar información biofísica robusta sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica del crecimiento, utilizada

como insumo fundamental para el cálculo de los factores de emisión. Los factores de emisión del país se estiman con base en datos de campo medidos estadísticamente en las Unidades de Muestreo (UM) del INF (Gobierno de Honduras, 2023).

Cuando no existen Factores de emisión específicos, se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006 y el refinamiento 2019. Estos valores se aplican bajo el supuesto de que representan adecuadamente ecosistemas con características ecológicas similares a los encontrados en el país.

En síntesis, los factores de emisión utilizados por Honduras combinan información nacional generada mediante el INF, análisis estadístico especializado y, cuando es necesario, valores por defecto del IPCC, garantizando consistencia metodológica (ver Tabla 6-21).

Tabla 6-21. 4.C. Pastizales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Crecimiento Biomasa total	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa Subterránea	Biomasa subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono				
				[t C / ha / yr]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	Fuente	[t C / ha]	[Años]				
Pastizales	CO ₂	Pastizal	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	4.33	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.29	1.24	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	5.56	20.00				
			After conversion/disturbance	4.33	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]											
		Vegetación herbácea y arbustiva	Remaining land	-	IPCC Tier 1 assumption	3.65		0.29	1.06		4.71					
			After conversion/disturbance	3.65	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]											
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Fracción de carbono de la materia seca	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor de uso del suelo (Flu)	Fator por régimen de manejo (Fmg)	Fator por régimen de manejo (Fmg)					
				[t C / (t d.m.)]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente					
Pastizales	CO ₂	Pastizal	Remaining land	0.47	Guías del IPCC 2006, Volumen 4, Capítulo 6, sección 6.2.1.4, step 3	99.25	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	1.00	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FLU (todas)	1.00	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FMG, Nominally managed - none degraded					
			After conversion/disturbance													
		Vegetación herbácea y arbustiva	Remaining land			95.72										
			After conversion/disturbance													

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Materia orgánica muerta	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_N ₂ O	Factor de emisión_N ₂ O
				Adimensional	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente
Pastizales	CO ₂	Pastizal	Remaining land	1.00	Cuadro 6.2. Directrices IPCC 2019. Ref. Vol. 4. FI, Medio	0.76	Inventario :Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	2.30	Cuadro 2.5 IPCC 2006, V4, Cap 2, Savannah and Grasslands	0.21	Cuadro 2.5 IPCC 2006, V4, Cap 2, Savannah and Grasslands
			After conversion/disturbance								
		Vegetación herbácea y arbustiva	Remaining land			1.09					
			After conversion/disturbance								

6.6.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.6.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

Los resultados de incertidumbre para la categoría 4.C. Pastizales evidencian una reducción marcada en las estimaciones entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada asociada a las emisiones y absorciones de CO₂ fue de ± 186.00 %, mientras que para 2022 disminuyó a ± 35.38 %, lo que representa una reducción del 80.98 % en el periodo analizado (ver Tabla 6-22). Este cambio sostenido refleja mejoras graduales en los datos de actividad y en la disponibilidad de información más detallada sobre las dinámicas de carbono en suelo.

Las subcategorías muestran un comportamiento coherente con la tendencia general. 4.C.2. presenta una reducción desde ± 196.64 % en 1990 hasta ± 35.47 % en 2022, equivalente a un descenso del 81.96 %, mientras que 4.C.1. pasa de ± 166.08 % a ± 36.35 % en el mismo periodo, logrando una reducción del 78.11 %. Ambos casos ilustran avances significativos en la estimación de emisiones y absorciones de CO₂, favorecidos por una mayor disponibilidad de datos medidos y por una progresiva refinación de los métodos utilizados para cuantificar cambios en biomasa y carbono del suelo.

Tabla 6-22. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 4.C. Pastizales.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 4.C.	Agregado	350.22	186.00
1995	Total 4.C.	Agregado	698.65	159.95
2000	Total 4.C.	Agregado	1,435.39	110.96
2005	Total 4.C.	Agregado	2,550.56	84.51
2010	Total 4.C.	Agregado	10,182.23	49.34
2015	Total 4.C.	Agregado	11,757.84	25.57

CAPÍTULO 6. USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CRT 4)

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2020	Total 4.C.	Agregado	24,971.93	30.28
2022	Total 4.C.	Agregado	16,054.48	35.38
1990	Total 4.C.2.	Agregado	330.88	196.64
1995	Total 4.C.2.	Agregado	679.33	164.44
2000	Total 4.C.2.	Agregado	1,416.09	112.46
2005	Total 4.C.2.	Agregado	2,529.84	85.19
2010	Total 4.C.2.	Agregado	10,184.78	49.33
2015	Total 4.C.2.	Agregado	11,740.43	25.61
2020	Total 4.C.2.	Agregado	24,922.20	30.34
2022	Total 4.C.2.	Agregado	16,016.32	35.47
1990	Total 4.C.1.	Agregado	19.34	166.08
1995	Total 4.C.1.	Agregado	19.32	159.08
2000	Total 4.C.1.	Agregado	19.30	102.12
2005	Total 4.C.1.	Agregado	20.72	91.14
2010	Total 4.C.1.	Agregado	-2.55	32.39
2015	Total 4.C.1.	Agregado	17.41	40.31
2020	Total 4.C.1.	Agregado	49.73	39.32
2022	Total 4.C.1.	Agregado	38.17	36.35
1990	4.C.2.	CO ₂	330.88	196.64
1995	4.C.2.	CO ₂	679.33	164.44
2000	4.C.2.	CO ₂	1,416.09	112.46
2005	4.C.2.	CO ₂	2,531.24	85.15
2010	4.C.2.	CO ₂	10,200.36	49.25
2015	4.C.2.	CO ₂	11,792.49	25.50
2020	4.C.2.	CO ₂	24,963.87	30.29
2022	4.C.2.	CO ₂	16,067.22	35.36
2005	4.C.2.	CO ₂ _Abs	-1.40	70.18
2010	4.C.2.	CO ₂ _Abs	-15.58	31.63
2015	4.C.2.	CO ₂ _Abs	-52.06	25.51
2020	4.C.2.	CO ₂ _Abs	-41.68	35.36
2022	4.C.2.	CO ₂ _Abs	-50.91	31.06
1990	4.C.1.	CO ₂	19.34	166.08
1995	4.C.1.	CO ₂	19.32	159.08
2000	4.C.1.	CO ₂	19.30	102.12
2005	4.C.1.	CO ₂	20.72	91.14
2015	4.C.1.	CO ₂	17.41	40.31
2020	4.C.1.	CO ₂	49.73	39.32
2022	4.C.1.	CO ₂	38.17	36.35
2010	4.C.1.	CO ₂ _Abs	-2.55	32.39

6.6.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. En la categoría de pastizales se verificó la coherencia de los valores de factores de emisión, tanto los estimados a nivel nacional como los valores por defecto del IPCC. Respecto a las emisiones netas, se analizaron los cambios de uso que deben reflejar absorciones y aquellas que generan emisiones, identificando que, en este caso, los incrementos en absorciones se presentan principalmente en pastizales convertidos en humedales y, en situaciones específicas, en pastizales convertidos en tierras de cultivo. En términos generales, se observó una tendencia hacia emisiones para estos eventos de cambio de uso.

6.6.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Pastizales se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (Ver Figura 6-9).

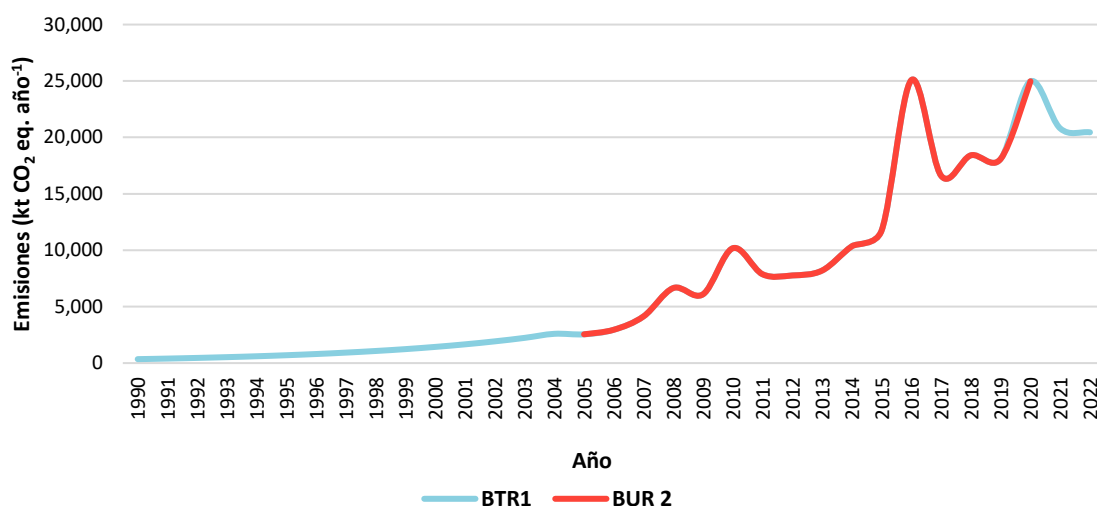


Figura 6-9. 4.C. Pastizales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.6.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-23 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Pastizales, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-23. Categoría 4.C. Pastizales: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.C. Pastizales	En pastizales se presentan factores de emisión propios con incertidumbres altas	Es necesario identificar procesos para reducir la incertidumbre del inventario	2028 – BTR3	ICF
4.C. Pastizales	Identificar los ecosistemas y tipos de cobertura fuentes y sumidero de GEI	Realizar la desagregación de información desde las categorías generales a subcategorías	2026 – BTR2	SERNA



6.7. Humedales (CRT 4.D.)

6.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de Humedales, según las Directrices del IPCC (2006), comprende áreas naturales o modificadas donde el suelo permanece saturado por agua durante períodos prolongados, lo que influye directamente en el almacenamiento y liberación de carbono, esta categoría incluye humedales que permanecen sin cambios y aquellos creados por la conversión de otros usos del suelo, tales como tierras forestales, pastizales y tierras de cultivo. Las principales fuentes de emisiones en esta categoría provienen de la pérdida de carbono en la biomasa y en el suelo cuando se realiza una conversión desde usos con mayores reservas de carbono hacia humedales.

En el caso de Honduras, la categoría de humedales adquiere relevancia por la presencia de marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua, que cumplen funciones ecológicas fundamentales.

La categoría presenta una contribución moderada al total de emisiones del sector UTCUTS, pero reviste importancia nacional debido a que involucra ecosistemas sensibles y estratégicos, como los marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua, y refleja procesos de transformación territorial afectados por el cambio climático, la dinámica hidrológica y el uso humano del paisaje.

Para el año 2022, la categoría de Humedales registra emisiones asociadas principalmente a los cambios de uso del suelo provenientes de categorías con mayores contenidos de carbono, lo que explica la liberación neta de GEI hacia la atmósfera. En esta categoría, no se han implementado las metodologías para estimar las permanencias, dado que las metodologías aplicadas consideran únicamente las transiciones desde otros usos del suelo hacia humedales.

La subcategoría más representativa es Tierras forestales convertidas en humedales, que aporta 267.44 kt CO₂ eq (54.54 %), constituyéndose en la principal fuente de emisiones dentro de la categoría. Le siguen Pastizales convertidos en humedales, con 158.73 kt CO₂ eq (32.37 %), y Tierras de cultivo convertidas en humedales, con 64.22 kt CO₂ eq (13.10 %). Estas cifras muestran que la mayor parte de las emisiones proviene de la conversión de

áreas con altas reservas de carbono especialmente las tierras forestales hacia condiciones de humedal.

La tasa de crecimiento compuesta y los incrementos de emisiones entre 1990 y 2022 no se evalúan para esta categoría, debido a la que con la metodología implementada no se encontraron datos de actividad en los primeros años de la serie histórica, lo cual impide un análisis dinámico continuo para todo el período. Sin embargo, en la Tabla 6-24 se presentan los valores reportados en años seleccionados, lo que permite observar las variaciones en las emisiones y caracterizar su comportamiento general a lo largo del tiempo.

Tabla 6-24. 4.D. Humedales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	-	-	-	-	23.01	43.88	1,025.94	287.78	490.39
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	-	-	-	-	-	14.37	758.69	79.88	267.44
4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	-	-	-	-	-	19.28	143.61	75.18	64.22
4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	-	-	-	-	23.01	10.23	123.65	132.71	158.73
4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D. Humedales	-	-	-	-	23.01	43.88	1,025.94	287.78	490.39

En esta categoría, todas las subcategorías generan emisiones netas de GEI, reflejando la pérdida de carbono asociada a las conversiones hacia humedales desde otros usos del suelo con mayores reservas de carbono. La subcategoría más representativa es Tierras forestales convertidas en humedales, que aporta el 44.72 % del promedio histórico de emisiones, evidenciando la magnitud del carbono liberado al perder coberturas boscosas. Le siguen los Pastizales convertidos en humedales, que representan el 42.61 %, mostrando también un aporte considerable derivado de la reducción de carbono almacenado en la cobertura herbácea y en el suelo. Finalmente, la subcategoría Tierras de cultivo convertidas en humedales contribuye con el 12.66 %, una proporción menor pero aún relevante dentro del balance total de la categoría.

La Figura 6-10 evidencia una tendencia creciente en las emisiones hacia los años finales de la serie, comportamiento que se explica por un incremento en la superficie convertida desde tierras forestales y pastizales hacia humedales. Este aumento en las conversiones sugiere modificaciones recientes en la dinámica del territorio. Estas transformaciones, al producirse desde usos con mayores reservas de carbono hacia humedales, intensifican las pérdidas de carbono y, por ende, las emisiones reportadas en esta categoría.

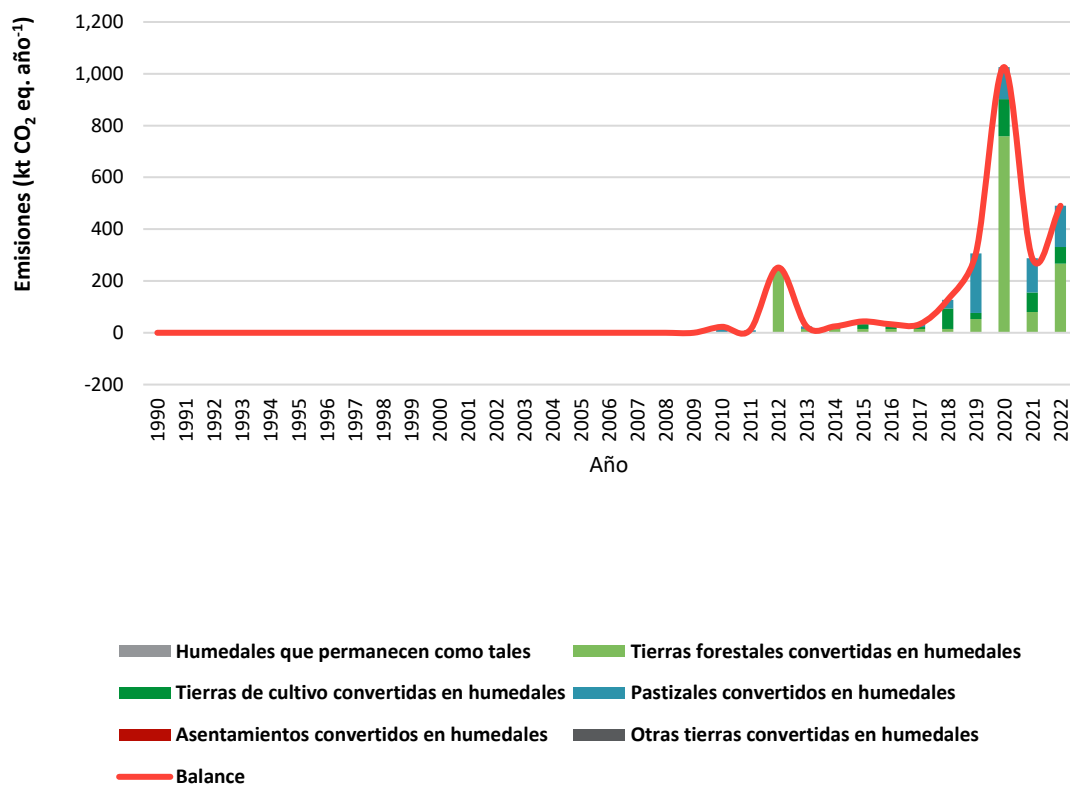


Figura 6-10. 4.D. Humedales: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.7.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI en Humedales, se aplican las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a la serie 1990-2022. En esta categoría se cuantifican las emisiones directas e indirectas de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas al uso del suelo agrícola, a los cambios en el uso del suelo.

Para las categorías de cambio incluidas en los análisis de dinámica de cobertura se utiliza el Método 3, que incorpora información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada período analizado. Este enfoque permite aplicar directamente las ecuaciones recomendadas en las Directrices del IPCC (2006) para la estimación de cambios en existencias de carbono y emisiones asociadas a conversiones de uso del suelo, tales como las ecuaciones genéricas de cambio en biomasa viva, biomasa muerta y carbono del suelo según el capítulo 2 del Volumen 4.

El país cuenta con factores de emisión específicos de nivel 2, derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, los cuales se aplican en las ecuaciones pertinentes de las Directrices del IPCC (2006). Para aquellas coberturas o reservorios que no disponen de factores de emisión propios, se emplean valores por defecto de nivel 1, tomados de las Directrices del IPCC (2006) y del Refinamiento 2019.

Las estimaciones se realizan utilizando las herramientas adoptadas por el país para el procesamiento de información espacial y el cálculo de GEI (por ejemplo, sistemas de información geográfica y hojas de cálculo de cálculo específicas), siguiendo los procedimientos descritos en la sección metodológica general. En la Tabla 6-25 se hace referencia a la metodología incluyendo las ecuaciones, las proyecciones y gases estimados.

Tabla 6-25. 4.D. Humedales: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.D. Humedales	4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	-	-
4.D. Humedales	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.D. Humedales	4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
				- Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	
4.D. Humedales	4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	-
4.D. Humedales	4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	NE	NE	-	-
4.D. Humedales	4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	NE	NE	-	-

6.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La recopilación de datos de actividad en tierras de cultivos se empleó una aplicación desarrollada por la CfrN para la evaluación del uso de la tierra, diseñada específicamente para cumplir con los requisitos de reporte sistemático de la CMNUCC conforme a las Directrices del IPCC. Esta herramienta deriva de la plataforma *Collect Earth Online* (CEO), desarrollada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, y fue adaptada para asegurar la coherencia total con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los reportes REDD+ bajo la CMNUCC (Gobierno de Honduras, 2023).

La información recopilada mediante esta aplicación se integró en la *Foundational Platform* de CfrN, una hoja de cálculo ajustada a las circunstancias nacionales y basada en las Directrices del IPCC (2006/2019). Esta plataforma permitió compilar los datos nacionales relevantes y aplicarlos a las ecuaciones del Volumen 4, Capítulo 2 de las Directrices del IPCC, presentando además los resultados organizados según las categorías de uso del suelo del IPCC. Al igual que CEO y *Collect Earth Desktop*, la herramienta utilizada accede de manera gratuita a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita la interpretación de cambios de uso del suelo, degradación forestal y perturbaciones tales

como incendios, tala, huracanes y otros eventos que afectan la dinámica forestal (Gobierno de Honduras, 2023).

La serie histórica de datos de actividad se completó mediante un proceso de retroproyección, utilizando la tendencia identificada a partir de los datos disponibles desde 2005. Este procedimiento permitió empalmar los períodos sin información directa, bajo el supuesto de que los patrones de cambio observados en la serie reciente representan adecuadamente la evolución histórica en la categoría.

Los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la categoría 4.D. Humedales corresponden a agregados nacionales consolidados, presentados de manera resumida para proporcionar una referencia sobre su magnitud y para facilitar el diligenciamiento de las tablas de reporte común (CRT) del BTR (ver Tabla 6-26)

Tabla 6-26. 4.D. Humedales: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).

4.D. Humedales							
Año	4.D.1. Humedales que permanecen como tales	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales	4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales	4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales	4.D.2.e. Otras tierras convertidas en humedales	Total humedales
1990	392.11	-	-	-	-	-	392.11
1991	391.73	-	-	-	-	-	391.73
1992	391.35	-	-	-	-	-	391.35
1993	390.98	-	-	-	-	-	390.98
1994	390.61	-	-	-	-	-	390.61
1995	390.25	-	-	-	-	-	390.25
1996	389.89	-	-	-	-	-	389.89
1997	389.55	-	-	-	-	-	389.55
1998	389.22	-	-	-	-	-	389.22
1999	388.90	-	-	-	-	-	388.90
2000	388.59	-	-	-	-	-	388.59
2001	388.31	-	-	-	-	-	388.31
2002	388.04	-	-	-	-	-	388.04
2003	387.81	-	-	-	-	-	387.81
2004	387.60	-	-	-	-	-	387.60
2005	387.43	-	-	-	-	-	387.43
2006	387.65	-	-	-	-	-	387.65
2007	387.65	-	-	-	-	-	387.65
2008	387.65	-	-	-	-	-	387.65
2009	387.05	-	-	-	-	-	387.05
2010	386.44	-	-	0.60	-	-	387.05
2011	387.05	-	-	-	-	-	387.05
2012	386.44	0.60	-	-	-	-	387.05

2013	386.44	-	-	-	-	0.60	387.05
2014	386.44	-	-	-	-	-	386.44
2015	386.44	-	0.60	-	-	-	387.05
2016	387.05	-	-	-	-	-	387.05
2017	386.44	-	-	-	-	-	386.44
2018	385.84	-	0.60	0.60	-	-	387.05
2019	387.05	-	-	1.80	-	-	388.85
2020	388.25	3.01	2.40	1.80	-	-	395.46
2021	395.46	-	0.60	1.80	-	-	397.86
2022	394.26	1.20	1.20	-	-	-	396.66

6.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados se derivan principalmente de los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF), cuya construcción metodológica se ha fortalecido progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras agencias internacionales. La evolución del INF, Evaluación Nacional Forestal (ENF) (2005-2006), Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB) (2010-2015), Inventario Nacional Forestal (INF) (2017-2021) y el actual cuarto ciclo de INF, que permitió generar información biofísica robusta sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica del crecimiento, utilizada como insumo fundamental para el cálculo de los factores de emisión. Los factores de emisión del país se estiman con base en datos de campo medidos estadísticamente en las Unidades de Muestreo (UM) del INF (Gobierno de Honduras, 2023).

Cuando no existen Factores de emisión específicos, se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006 y el refinamiento 2019. Estos valores se aplican bajo el supuesto de que representan adecuadamente ecosistemas con características ecológicas similares a los encontrados en el país.

En síntesis, los factores de emisión utilizados por Honduras combinan información nacional generada mediante el INF, análisis estadístico especializado y, cuando es necesario, valores por defecto del IPCC, garantizando consistencia metodológica (ver Tabla 6-27)

Tabla 6-27. 4.D. Humedales: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Crecimiento Biomasa total	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa subterránea	Biomasa subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono
				[t C / ha / yr]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	Fuente	[t C / ha]	[Años]
Humedales	CO ₂	Humedales con vegetación		-	IPCC Tier 1 assumption	0.14	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.30	0.04	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	0.18	20.00
		Cuerpos de agua		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	-	IPCC Tier 1 assumption	-	-
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Fracción de carbono de la materia seca	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor por régimen de manejo (Fmg)	Factor por régimen de manejo (Fmg)	
				[t C / (t d.m.)]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente	
Humedales	CO ₂	Humedales con vegetación		0.47	Cuadro 24.3 IPCC 2006, V4, Cap 4, Tropical/Subtropical todos	63.00	Valores obtenidos del mapa GSOC, FAO, 2019	-	-	-	-	
		Cuerpos de agua		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Factor de entrada de materia orgánica (Fi)	Materia orgánica muerta	Materia orgánica muerta	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_CH ₄	Factor de emisión_N ₂ O	Factor de emisión_N ₂ O
				Adimensional	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional	Fuente
Humedales	CO ₂	Humedales con vegetación		-	-	0.74	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras]	-	-	-	-
		Cuerpos de agua		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption

6.7.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.7.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 4.D. Humedales muestra una reducción significativa en la incertidumbre entre 2010 y 2022 (ver Tabla 6-28). En 2010, la incertidumbre estimada para las emisiones de CO₂ fue de ± 54.23 %, mientras que en 2022 alcanzó ± 17.78 %, equivalente a una disminución del 67.22 %. Este cambio refleja una mejora sustancial en la calidad de las estimaciones, pese a que la categoría no presenta datos reportados antes de 2010, lo que indica que su incorporación al inventario es relativamente reciente o que los datos de actividad para años anteriores no se encontraban disponibles.

Tabla 6-28. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.D. Humedales.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	4.D.	CO ₂	0.00	*
1995	4.D.	CO ₂	0.00	*
2000	4.D.	CO ₂	0.00	*
2005	4.D.	CO ₂	0.00	*
2010	4.D.	CO ₂	23.01	54.23
2015	4.D.	CO ₂	43.88	30.16
2020	4.D.	CO ₂	1,025.94	32.45
2022	4.D.	CO ₂	490.39	17.78

6.7.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la

identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. Para la categoría de humedales se evaluó la consistencia de los factores de emisión, así como la coherencia de los datos de actividad respecto a las emisiones netas, las cuales deben presentar únicamente valores positivos (emisiones). De igual manera, se revisó la correspondencia entre los datos reportados y los valores de emisiones obtenidos, verificando que la relación entre ambas variables se mantuviera lógica y uniforme en toda la serie temporal.

6.7.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Humedales se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (Ver Figura 6-11).

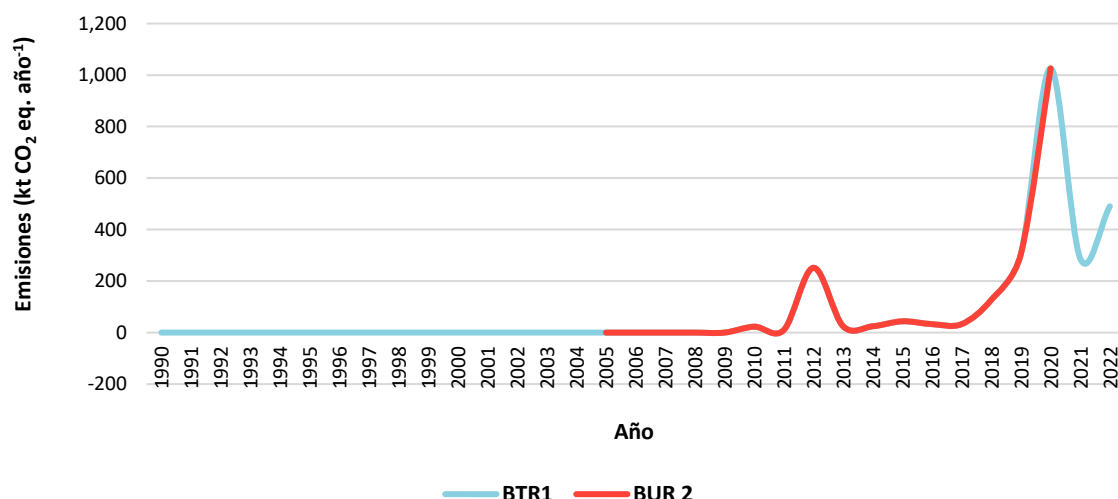


Figura 6-11. 4.D. Humedales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

6.7.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-29 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Humedales, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-29. 4.D. Humedales: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.D. Humedales	Actualmente no reporta información para las permanencias de esta categoría.	Es necesario implementar la estimación en humedales que permanecen, ya sean naturales o artificiales según las Directrices del IPCC 2006.	2028 – BTR3	ICF SERNA
4.D. Humedales	En las tierras de cultivos se presentan factores de emisión propios con incertidumbres altas	Es necesario identificar procesos para reducir la incertidumbre del inventario	2028 – BTR3	ICF
4.D. Humedales	Identificar los ecosistemas y tipos de cobertura fuentes y sumidero de GEI	Realizar la desagregación de información desde las categorías generales a subcategorías	2026 – BTR2	SERNA



6.8. Asentamientos (CRT 4.E.)

6.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de asentamientos, conforme a las Directrices del IPCC de 2006, comprende las áreas utilizadas para fines urbanos, residenciales, industriales y de infraestructura, esta categoría se caracteriza por presentar muy poca o nula capacidad de acumulación de biomasa, por lo que su papel como sumidero es mínimo. Las principales emisiones provienen de la conversión de otros usos especialmente bosques, hacia superficies urbanizadas, ya que este proceso implica pérdidas de carbono en todos los depósitos.

En Honduras, la categoría se configura como claramente emisora, debido al crecimiento urbano, el desarrollo de infraestructura y la expansión de áreas residenciales. Este patrón refleja la presión del desarrollo urbano sobre ecosistemas boscosos y áreas rurales, especialmente en los departamentos con mayor concentración poblacional.

Para el año 2022, la categoría de Asentamientos presenta únicamente emisiones, resultado de la conversión de distintos usos del suelo hacia áreas urbanizadas o desarrolladas. Estas emisiones provienen de la pérdida de carbono almacenado en la biomasa y el suelo al sustituir coberturas vegetales por infraestructura, edificaciones, carreteras u otras superficies impermeabilizadas.

La subcategoría más representativa en términos de emisiones es Tierras forestales convertidas en asentamientos, con 446.86 kt CO₂ eq (46.79 %), lo que evidencia la magnitud del carbono liberado cuando áreas boscosas las cuales poseen las mayores reservas de biomasa del país son reemplazadas por superficies urbanas. Le siguen los Pastizales convertidos en asentamientos, con 412.94 kt CO₂ eq (43.24 %), que reflejan un crecimiento sostenido de la expansión urbana sobre áreas ganaderas y pastos naturales. Finalmente, las Tierras de cultivo convertidas en asentamientos aportan 95.19 kt CO₂ eq (9.97 %), una contribución menor pero constante dentro del balance total.

Al analizar la tendencia histórica, se observa un incremento claro en las emisiones procedentes de esta categoría. Las Tierras forestales convertidas en asentamientos presentan una tasa de crecimiento compuesta de 3.40 %, con un aumento acumulado del 191.82 % entre 1990 y 2022, lo que refleja la presión urbana creciente sobre ecosistemas forestales. Aún más marcado es el crecimiento de las emisiones provenientes de Pastizales convertidos en asentamientos, con una tasa de crecimiento compuesta de 7.10 % y un incremento del 798.43 %, lo que sugiere un proceso acelerado de urbanización en zonas anteriormente cubiertas con pastos. Por su parte, la subcategoría Tierras de cultivo convertidas en asentamientos muestra una tasa de crecimiento compuesta de 2.00 % y un aumento del 88.48 % en el mismo periodo, evidenciando una transición gradual pero sostenida de áreas agrícolas hacia usos urbanos.

La Tabla 6-30 presenta los valores de la serie en años seleccionados y permite visualizar la evolución temporal de las emisiones, confirmando la tendencia ascendente asociada al crecimiento de los asentamientos en Honduras. En conjunto, la categoría refleja la intensificación del proceso de urbanización y la consecuente disminución de las reservas de carbono.

Tabla 6-30. 4.E. Asentamientos: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	249.59	276.76	314.15	24.55	683.19	420.97	843.05	804.27	954.99
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	153.13	173.08	195.32	-	513.42	125.12	357.35	320.46	446.86
4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	50.50	44.76	41.17	-	16.63	81.20	106.15	95.19	95.19
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	45.96	58.92	77.67	24.55	153.14	214.65	379.56	388.62	412.94
4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.E. Asentamientos	249.59	276.76	314.15	24.55	683.19	420.97	843.05	804.27	954.99

En esta categoría, todas las subcategorías analizadas presentan emisiones, ya que la conversión hacia asentamientos implica la pérdida de carbono almacenado en la vegetación, MOM y en los suelos. La subcategoría más representativa es Tierras forestales convertidas en asentamientos, que aporta el 51.80 % del promedio histórico de las emisiones, al incremento proyectado de la población actúa como motor de la expansión urbana, lo que conllevará diversos impactos ambientales. Entre ellos se incluyen el deterioro de la calidad del aire, del agua y del suelo, la degradación de los ecosistemas, una mayor demanda energética y, en consecuencia, un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero (Reyes-Avila & Baxter, 2024). Le siguen los Pastizales convertidos en asentamientos, con 35.13 %, lo que evidencia la creciente expansión urbana sobre zonas tradicionalmente ganaderas o con pastos naturales. Finalmente, las Tierras de cultivo convertidas en asentamientos representan el 13.07 %, mostrando una contribución menor pero constante al total de emisiones del sector.

La Figura 6-12 evidencia una tendencia ascendente en las emisiones a lo largo de la serie temporal, asociada al incremento del cambio de uso del suelo desde tierras forestales hacia asentamientos, proceso que se intensifica en los años más recientes. No obstante, la gráfica muestra un quiebre o discontinuidad visible en los años 2005 y 2006, periodo en el cual no se identificaron cambios de uso hacia asentamientos con la misma magnitud registrada en años posteriores. Para los años previos a 2005, se generó una proyección basada en la tendencia de los años con datos disponibles.

En conjunto, la evolución de esta categoría señala una urbanización progresiva del territorio, principalmente sobre áreas boscosas y pastizales, lo que incrementa las emisiones por pérdida de biomasa y carbono del suelo.

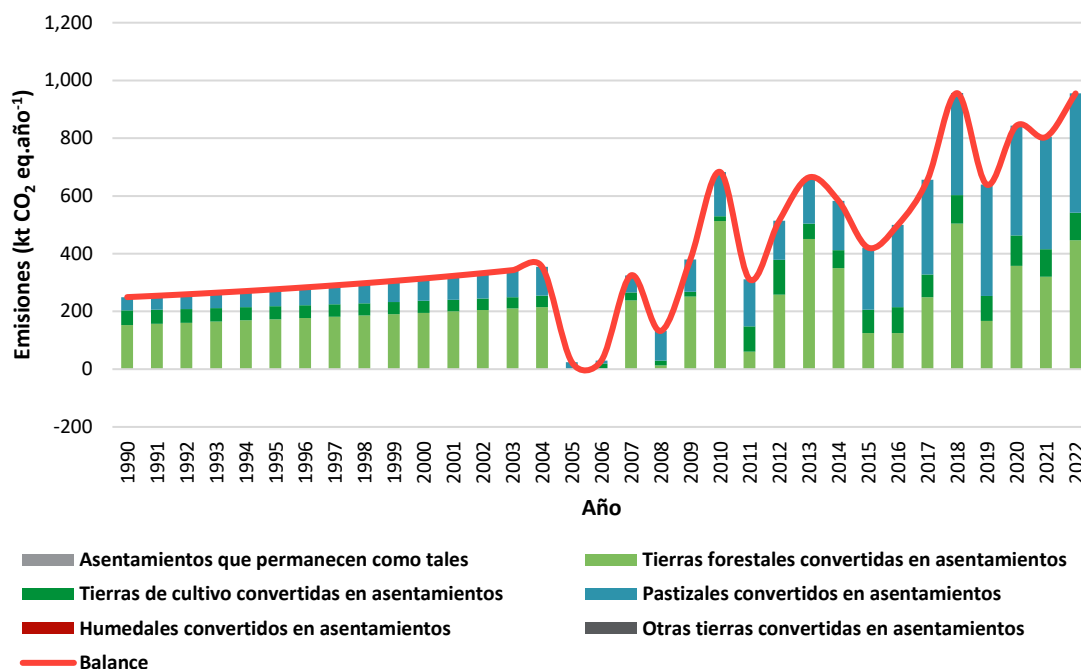


Figura 6-12. 4.E. Asentamientos: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.8.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI en Asentamientos, se aplican las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero correspondientes a la serie 1990-2022. En esta categoría se cuantifican las emisiones directas e indirectas de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas al uso del suelo agrícola, a los cambios en el uso del suelo.

Para las categorías de cambio incluidas en los análisis de dinámica de cobertura se utiliza el Método 3, que incorpora información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada período analizado. Este enfoque permite aplicar directamente las ecuaciones recomendadas en las Directrices del IPCC (2006) para la estimación de cambios en existencias de carbono y emisiones asociadas a conversiones de uso del suelo, tales como las ecuaciones genéricas de cambio en biomasa viva, biomasa muerta y carbono del suelo según el capítulo 2 del Volumen 4.

El país cuenta con factores de emisión específicos de nivel 2, derivados del Inventario Nacional Forestal de Honduras, los cuales se aplican en las ecuaciones pertinentes de las

Directrices del IPCC (2006). Para aquellas coberturas o reservorios que no disponen de factores de emisión propios, se emplean valores por defecto de nivel 1, tomados de las Directrices del IPCC (2006) y del Refinamiento 2019.

Las estimaciones se realizan utilizando las herramientas adoptadas por el país para el procesamiento de información espacial y el cálculo de GEI (por ejemplo, sistemas de información geográfica y hojas de cálculo de cálculo específicas), siguiendo los procedimientos descritos en la sección metodológica general. En la Tabla 6-31 se hace referencia a la metodología incluyendo las ecuaciones, las proyecciones y gases estimados.

Tabla 6-31. 4.E. Asentamientos: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.E. Asentamientos	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	-	-
4.E. Asentamientos	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	1	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales convertidas en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras de cultivo convertidas en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	CO ₂	1a	- Ecuación 2.2, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.3, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.15, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.16, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 - Ecuación 2.25, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales convertidos en asentamientos
4.E. Asentamientos	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	NE	NE	-	-
4.E. Asentamientos	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	-	-

6.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La recopilación de datos de actividad en tierras de cultivos se empleó una aplicación desarrollada por la CfrN para la evaluación del uso de la tierra, diseñada específicamente para cumplir con los requisitos de reporte sistemático de la CMNUCC conforme a las Directrices del IPCC. Esta herramienta deriva de la plataforma *Collect Earth Online* (CEO), desarrollada por SERVIR (programa conjunto de USAID y NASA) y la FAO, y fue adaptada para asegurar la coherencia total con los formatos requeridos tanto para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero como para los reportes REDD+ bajo la CMNUCC (Gobierno de Honduras, 2023).

La información recopilada mediante esta aplicación se integró en la *Foundational Platform* de CfrN, una hoja de cálculo ajustada a las circunstancias nacionales y basada en las Directrices del IPCC (2006/2019). Esta plataforma permitió compilar los datos nacionales relevantes y aplicarlos a las ecuaciones del Volumen 4, Capítulo 2 de las Directrices del IPCC, presentando además los resultados organizados según las categorías de uso del suelo del IPCC. Al igual que CEO y *Collect Earth Desktop*, la herramienta utilizada accede de manera gratuita a imágenes de *Google Earth Pro* y *Google Earth Engine*, lo que facilita la interpretación de cambios de uso del suelo, degradación forestal y perturbaciones tales como incendios, tala, huracanes y otros eventos que afectan la dinámica forestal (Gobierno de Honduras, 2023).

La serie histórica de datos de actividad se completó mediante un proceso de retroproyección, utilizando la tendencia identificada a partir de los datos disponibles desde 2005. Este procedimiento permitió empalmar los períodos sin información directa, bajo el supuesto de que los patrones de cambio observados en la serie reciente representan adecuadamente la evolución histórica en la categoría.

Los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la categoría 4.E. Asentamientos corresponden a agregados nacionales consolidados, presentados de manera resumida para proporcionar una referencia sobre su magnitud y para facilitar el diligenciamiento de las tablas de reporte común (CRT) del BTR (ver Tabla 6-32).

Tabla 6-32. 4.E. Asentamientos: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo hectáreas).

4.E. Asentamientos							
Año	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Total asentamientos
1990	93.51	0.64	0.82	0.30	-	-	95.27
1991	95.18	0.66	0.79	0.32	-	-	96.95
1992	96.87	0.68	0.77	0.33	-	-	98.65
1993	98.59	0.69	0.75	0.35	-	-	100.38
1994	100.33	0.71	0.74	0.37	-	-	102.15
1995	102.10	0.73	0.72	0.39	-	-	103.93
1996	103.89	0.75	0.71	0.41	-	-	105.75
1997	105.72	0.76	0.70	0.43	-	-	107.60
1998	107.57	0.78	0.68	0.45	-	-	109.49
1999	109.45	0.80	0.67	0.48	-	-	111.40
2000	111.36	0.82	0.66	0.51	-	-	113.35
2001	113.30	0.84	0.66	0.54	-	-	115.33
2002	115.27	0.86	0.65	0.57	-	-	117.36
2003	117.28	0.88	0.64	0.61	-	-	119.42
2004	119.33	0.90	0.63	0.65	-	-	121.52
2005	121.41	0.93	0.63	0.70	-	-	123.67
2006	125.61	-	0.60	-	-	-	126.21
2007	126.21	0.60	0.60	1.20	-	-	128.61
2008	128.61	-	-	1.80	-	-	130.42
2009	130.42	0.60	-	1.20	-	-	132.22
2010	132.22	1.80	-	1.80	-	-	135.83
2011	135.83	-	0.60	1.20	-	-	137.63
2012	137.63	1.80	1.20	-	-	-	140.63
2013	140.63	1.20	-	0.60	-	-	142.44
2014	142.44	0.60	0.60	1.20	-	-	144.84
2015	144.84	-	0.60	1.20	-	-	146.64
2016	146.64	-	0.60	2.40	-	-	149.65
2017	149.65	0.60	-	1.80	-	-	152.05
2018	152.05	1.80	0.60	3.01	-	-	157.46
2019	157.46	-	-	1.80	-	-	159.27
2020	159.27	1.80	0.60	1.20	-	-	162.87
2021	162.87	0.60	-	0.60	-	-	164.07
2022	164.07	2.40	1.20	-	-	-	167.68

6.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados se derivan principalmente de los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF), cuya construcción metodológica se ha fortalecido

progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras agencias internacionales. La evolución del INF, Evaluación Nacional Forestal (ENF) (2005-2006), Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB) (2010-2015), Inventario Nacional Forestal (INF) (2017-2021) y el actual cuarto ciclo de INF, que permitió generar información biofísica robusta sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica del crecimiento, utilizada como insumo fundamental para el cálculo de los factores de emisión. Los factores de emisión del país se estiman con base en datos de campo medidos estadísticamente en las Unidades de Muestreo (UM) del INF (Gobierno de Honduras, 2023).

Cuando no existen Factores de emisión específicos, se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006 y el refinamiento 2019. Estos valores se aplican bajo el supuesto de que representan adecuadamente ecosistemas con características ecológicas similares a los encontrados en el país.

En síntesis, los factores de emisión utilizados por Honduras combinan información nacional generada mediante el INF, análisis estadístico especializado y, cuando es necesario, valores por defecto del IPCC, como es el caso de asentamientos, garantizando consistencia metodológica (ver Tabla 6-33).

Tabla 6-33. 4.E. Asentamientos: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Crecimiento Biomasa total	Crecimiento Biomasa total	Biomasa Aérea	Biomasa Aérea	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea (R)	Biomasa subterránea	Biomasa subterránea	Biomasa Total	Tiempo para alcanzar el máximo contenido de carbono
				[t C / ha / yr]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / ha]	Fuente	[t C / ha]	[Años]
Asentamientos	CO ₂	Zona urbana (SURB)		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	-	IPCC Tier 1 assumption	-	-
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Fracción de carbono de la materia seca	Fracción de carbono de la materia seca	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Carbono orgánico del suelo (SOC)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor de uso del suelo (Flu)	Factor por régimen de manejo (Fmg)	Factor por régimen de manejo (Fmg)	
				[t C / (t d.m.)]	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional		
Asentamientos	CO ₂	Zona urbana (SURB)		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	
Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría/fuente	Subcategoría/fuente	Factor de entrada de materia orgánica (FI)	Factor de entrada de materia orgánica (FI)	Materia orgánica muerta	Materia orgánica muerta	Factor de emisión_ CH ₄	Factor de emisión_ CH ₄	Factor de emisión_ N ₂ O	Factor de emisión_ N ₂ O	
				Adimensional	Fuente	[t C / ha]	Fuente	Adimensional	Fuente	Adimensional		
Asentamientos	CO ₂	Zona urbana (SURB)		-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	-	IPCC Tier 1 assumption	

6.8.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.8.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

En la Tabla 6-34 (Resultados de incertidumbre para la categoría 4.E. Asentamientos) se detallan los resultados de incertidumbre asociados a la categoría 4.E. Asentamientos para el período 1990 - 2022. En 1990, la incertidumbre fue estimada en ± 82.64 %, mientras que en 2022 descendió a ± 23.82 %, lo que representa una disminución del 71.17 %. Este progreso evidencia una mejora sostenida en la calidad y disponibilidad de los datos de actividad utilizados para cuantificar las emisiones en áreas de asentamientos.

Tabla 6-34. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.E. Asentamientos.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	4.E.	CO ₂	249.59	82.64
1995	4.E.	CO ₂	276.76	76.06
2000	4.E.	CO ₂	314.15	56.34
2005	4.E.	CO ₂	24.55	99.13
2010	4.E.	CO ₂	683.19	36.48
2015	4.E.	CO ₂	420.97	22.14
2020	4.E.	CO ₂	843.05	26.16
2022	4.E.	CO ₂	975.09	23.82

6.8.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación

de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. Se verificó la consistencia de los datos de actividad y de los factores de emisión aplicados en los procesos de conversión de uso de suelo, asegurando que su comportamiento fuera estable y técnicamente justificado. Asimismo, se evaluó la coherencia de los valores de emisión estimados a lo largo de la serie temporal, con especial atención al análisis del quiebre observado en los años 2005 y 2006, a fin de identificar posibles causas y garantizar la solidez metodológica de los resultados.

6.8.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Asentamientos se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (Ver Figura 6-13).

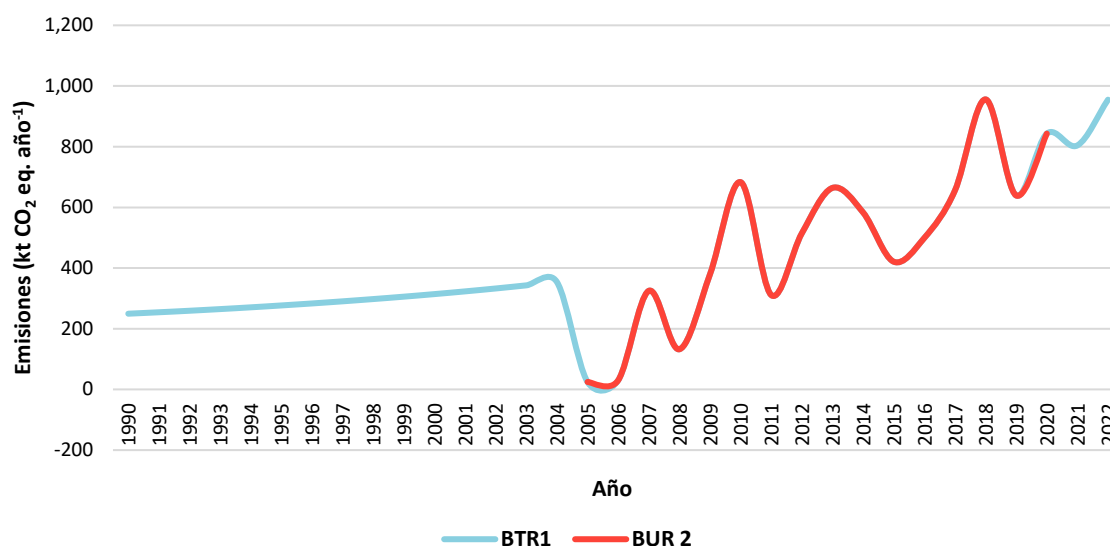


Figura 6-13. 4.E. Asentamientos: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

6.8.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-35 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Asentamientos, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-35. 4.E. Asentamientos: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.E. Asentamientos	Actualmente no reporta información para las permanencias de esta categoría.	Es necesario implementar la estimación en asentamientos que permanecen con la información del arbolado en las ciudades según las Directrices del IPCC 2006.	2028 – BTR3	ICF SERNA



6.9. Otras tierras (CRT 4.F.)

Para la categoría 4.F. Otras tierras, se cuenta con datos de actividad asociados principalmente a áreas sin cobertura vegetal, tales como suelos desnudos, superficies rocosas o zonas áridas. No obstante, aun cuando estas áreas han sido identificadas y cuantificadas, no se observaron cambios en las reservas de carbono que requieran ser estimados o reportados dentro de esta categoría. Esto se debe a que, por sus características y ausencia de biomasa o materia orgánica significativa, estas superficies no presentan variaciones relevantes en los depósitos de carbono a lo largo del período analizado. En consecuencia, la categoría se mantiene sin contribuciones al balance de emisiones y absorciones del sector UTCUTS.

6.9.1. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-36 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de otras tierras, en el cual hasta el momento no se han identificado cambios de carbono en los depósitos. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-36. 4.F. Otras tierras: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.F. Otras tierras	No se han identificado conversiones a otras tierras	Es necesario realizar un muestreo más detallado para encontrar cambios los usos el suelo a otras tierras	2028 – BTR3	ICF



6.10.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de Productos de Madera Recolectada (PMR), según las Directrices del IPCC 2006, representa el carbono almacenado en productos derivados de la madera después de su cosecha. Estos productos continúan actuando como reservorios temporales de carbono, generando emisiones cuando sus reservas disminuyen y absorciones cuando estas aumentan. El IPCC define tres subcategorías principales: madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón, cada una con vidas útiles diferentes que determinan su capacidad de almacenamiento de carbono. Los métodos IPCC se basan en el modelo de decaimiento de primer orden (FOD), que permite estimar de forma dinámica la pérdida o acumulación de carbono en estos productos a lo largo del tiempo (IPCC, 2019a).

La relevancia de la categoría de PMR para Honduras radica en su capacidad de complementar el balance nacional de GEI del sector UTCUTS, aportando información sobre el almacenamiento de carbono fuera del ecosistema forestal y sobre los procesos industriales asociados al manejo y transformación de la madera.

Para el año 2022, la categoría de Productos de Madera Recolectada (HWP, por sus siglas en inglés) presenta tanto emisiones como absorciones, determinadas por las variaciones anuales en las reservas de carbono almacenadas en los distintos subproductos maderables. Para este año, se estiman tres subcategorías principales: madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón.

La madera aserrada constituye el subproducto más representativo, con 51.34 kt CO₂ eq, equivalente al 43.38 % del total de la categoría. A lo largo de la serie temporal, este subproducto presenta una tasa de crecimiento compuesta del 2.85 %, acompañada de una variación acumulada en sus emisiones entre 1990 y 2022 de 145.61 %, lo cual indica un comportamiento fluctuante entre absorciones y emisiones, dependiendo de los cambios anuales en las reservas de carbono.

Los paneles a base de madera aportan 41.60 kt CO₂ eq en 2022 (35.15 %). Este subproducto exhibe la dinámica más acelerada dentro de la categoría, con una tasa de crecimiento compuesta de 9.73 % desde 1992, así como un notable incremento en las absorciones del 1,372.72 % entre 1992 y 2022.

Finalmente, el subproducto papel y cartón registra 25.41 kt CO₂ eq (21.47 %). Su comportamiento es más estable, con

una tasa de crecimiento compuesta del 0.20 % en absorciones y un incremento acumulado en las emisiones del 6.58 % entre 1990 y 2022, debido a la menor vida útil del material y a la rápida rotación de sus productos.

La Tabla 6-37 (4.G. Productos de la madera recolectada: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)) presenta los valores de estas subcategorías en años específicos, permitiendo observar con mayor detalle la evolución de las emisiones y absorciones. En conjunto, los resultados muestran que la categoría de PMR refleja la dinámica del sector forestal y del uso industrial de la madera, en la que los cambios en la producción, vida útil y tasas de descomposición de los productos influyen directamente en su contribución al inventario nacional de GEI.

Tabla 6-37. 4.G. Productos de la madera recolectada: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4.G.1.Madera maciza	24.17	109.62	-69.07	-35.83	112.34	18.41	65.10	-43.36	9.74
4.G.1.a. Madera aserrada	20.90	111.44	-74.84	-38.14	110.36	45.25	134.86	-0.67	51.34
4.G.1.b. Paneles a base de madera	3.27	-1.82	5.77	2.31	1.98	-26.84	-69.75	-42.69	-41.60
4.G.1.b. Papel y catón	23.84	-32.39	-11.92	2.72	4.63	21.27	6.15	2.78	25.41
4.G. Productos de madera recolectada	48.01	77.23	-80.99	-33.12	116.97	39.68	71.25	-40.58	35.14

En esta categoría, las subcategorías presentan tanto emisiones como absorciones, determinadas por las variaciones en las reservas de carbono asociadas a cada tipo de producto. Con base en el promedio histórico de la serie, la mayor contribución corresponde a los paneles a base de madera, que representan el 58.09 %, seguidos por la madera aserrada con el 37.12 %, y en menor

proporción el papel y cartón, con el 4.79 %. Esta distribución refleja la relevancia de los productos de mayor vida útil en el almacenamiento de carbono.

En la Figura 6-14 se observa la tendencia combinada de emisiones y absorciones para la categoría. Dicha tendencia está fuertemente influenciada por el comportamiento de la madera aserrada y los paneles a base de madera, dado que ambos subproductos poseen una mayor vida media, lo que favorece una permanencia más prolongada del carbono y, por tanto, variaciones más marcadas en el balance anual. No obstante, la trayectoria es irregular, ya que las variaciones en las reservas dependen estrechamente de los cambios en la producción, el consumo y las pérdidas de productos, elementos que determinan las fluctuaciones entre años de absorción y años de emisión.

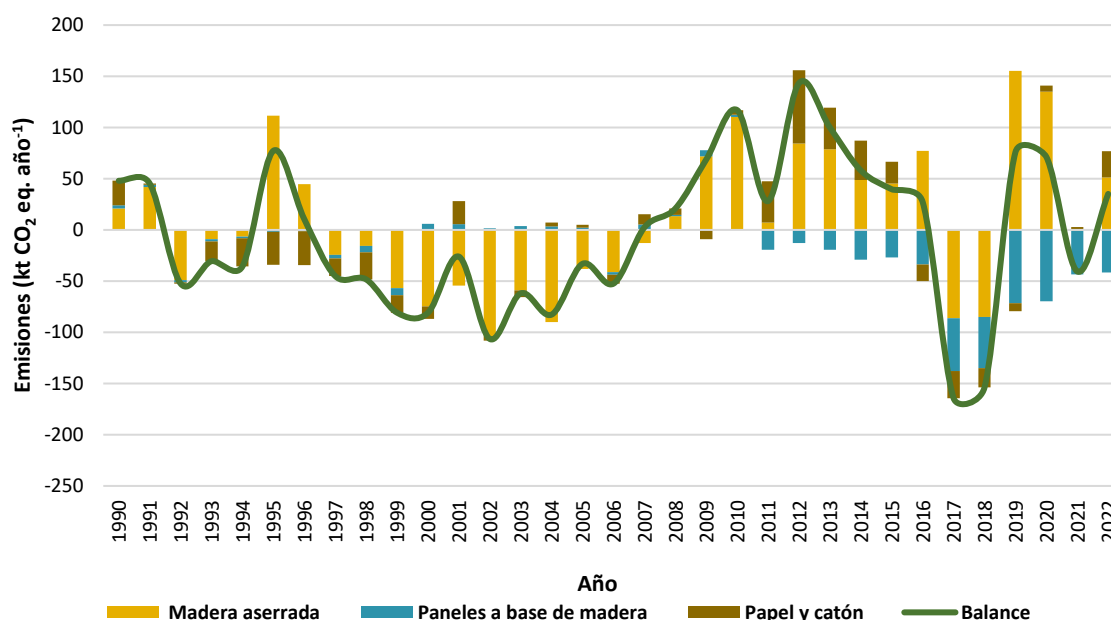


Figura 6-14. 4.G. Productos de la madera recolectada: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.10.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la categoría de Productos de la Madera Recolectada (PMR) se aplica el enfoque de producción, el cual se basa en el marco conceptual del cambio de existencias y establece como límite del sistema al país productor. Esto significa que se consideran únicamente las reservas de carbono asociadas a la madera cosechada dentro del territorio nacional, incluyendo tanto los productos que se consumen internamente como aquellos que se exportan.

Las Directrices del IPCC establecen cuatro enfoques posibles para estimar las emisiones y absorciones de los PMR; sin embargo, conforme a las disposiciones de la CMNUCC y con el fin de garantizar consistencia y comparabilidad internacional, Honduras adopta el enfoque de producción. Este enfoque implica cuantificar los cambios en las existencias de carbono de todos los productos derivados de madera cosechada en el país, independientemente de si su consumo ocurre dentro del territorio nacional o en otros países.

A continuación, en la Tabla 6-38 se presenta la información utilizada para la estimación de las emisiones y absorciones de esta categoría, detallando los métodos aplicados (ecuaciones), el nivel metodológico y si fue necesario realizar proyecciones o retroproyecciones.

Tabla 6-38. 4.G. Productos de madera recolectada: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.1.a. Madera aserrada	CO ₂	1	Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.1.b. Paneles a base de madera	CO ₂	1	Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
				Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.2. Papel y catón	CO ₂	1	Ecuación 12.1, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.2, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.3, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.4, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.7, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 Ecuación 12.8, capítulo 2, volumen 4 del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006	Se estima la serie a partir de datos de la FAO 1990 - 2022

6.10.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos utilizados para estimar la categoría Productos de Madera Recolectada (PMR) provienen de información de la FAO obtenidos de la plataforma FAOSTAT, la cual proporciona información sobre producción, importaciones y exportaciones, para determinar las estimaciones con el método de producción se tomaron datos para 41 tipos de productos maderables. Esta información se organiza y consolida en las categorías requeridas por la metodología del refinamiento del IPCC 2019 para el cálculo de los PMR.

La Tabla 6-39 presenta los datos de actividad correspondientes a cada producto semiterminado, incluyendo la información de producción, importación y exportación para madera aserrada, paneles de madera y papel y cartón, los cuales sirven como referencia para el diligenciamiento de las CRT.

Tabla 6-39. 4.G. Productos de la madera recolectada: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI productos semiterminados (m3 - ton).

4.G. Productos de madera recolectada									
Madera aserrada (m3)				Paneles a base de madera (m³)			Papel y Cartón (m³)		
Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones
1990	328,200	2,284	87,300	9,000	1,400	2,400	24,500	59,200	1,000
1991	302,500	1,643	61,400	10,000	2,600	2,400	37,500	69,900	900
1992	411,000	1,002	85,000	14,400	3,225	5,029	50,500	99,828	800
1993	364,000	361	146,000	14,500	3,503	3,300	63,500	92,912	700
1994	361,000	400	122,200	13,900	3,642	1,200	76,500	86,200	600
1995	231,000	5,200	26,100	15,000	7,700	1,050	89,500	94,100	500
1996	322,000	20,800	18,600	15,000	9,200	2,200	102,500	102,500	300
1997	379,000	25,300	200,400	16,000	8,100	900	88,000	94,300	100
1998	369,000	16,100	207,100	19,000	9,100	6,200	95,000	162,000	600
1999	419,000	4,800	130,300	20,000	9,400	6,400	95,000	81,200	2,400
2000	442,000	5,500	139,000	7,000	8,500	5,900	95,000	74,000	400
2001	419,000	6,000	184,000	7,000	6,550	7,000	95,000	88,800	1,100
2002	480,000	14,000	201,102	11,000	11,400	5,000	95,000	88,500	2,000
2003	434,000	12,200	193,460	9,000	19,000	200	95,000	137,300	2,000
2004	467,000	9,044	164,781	9,000	25,156	221	95,000	151,761	1,518
2005	407,000	23,700	174,929	10,000	25,539	321	95,000	178,389	1,518
2006	412,000	14,300	170,184	15,000	24,162	346	95,000	156,237	2,898
2007	379,000	23,300	141,468	7,000	22,622	4,644	95,000	141,608	2,691
2008	349,000	47,439	125,430	11,000	35,256	4,341	95,000	140,300	4,457
2009	277,000	29,837	69,221	6,000	19,417	2,354	95,000	114,950	6,659
2010	228,580	17,124	57,190	10,000	18,327	5,730	95,000	167,239	19,618
2011	349,810	11,754	54,099	32,000	37,211	6,135	75,000	163,138	2,099
2012	257,200	9,823	46,328	25,655	33,352	8,284	75,000	150,410	45,015
2013	261,863	12,074	63,728	32,734	21,736	9,646	75,000	163,124	61,099
2014	296,823	12,809	73,624	43,456	25,792	13,858	75,000	160,582	64,443
2015	298,985	14,733	96,246	41,828	33,367	12,843	75,000	205,607	74,575
2016	259,396	16,894	148,473	49,628	23,489	12,912	75,000	173,495	84,992
2017	454,638	17,269	175,054	68,879	35,138	11,689	75,000	216,793	113,875
2018	454,638	10,885	111,413	68,879	31,036	11,965	75,000	228,581	57,407
2019	168,610	10,447	104,021	92,716	31,765	14,676	50,937	173,045	21,560
2020	189,089	9,350	62,954	92,716	26,799	8,159	39,991	163,604	9,930
2021	348,916	16,276	124,198	66,729	48,755	8,292	42,000	176,682	12,182
2022	285,966	18,012	135,972	66,729	38,808	7,645	27,000	241,553	18,223

6.10.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados para calcular las emisiones y absorciones en la categoría de PMR corresponden a valores de Nivel 1, conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC. Para las estimaciones se emplean factores y vidas medias específicas para tres clases de productos: madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón. (ver Tabla 6-40).

Tabla 6-40. 4.G. Productos de madera recolectada: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Fuente o sumidero de GEI	GEI	Valor	Unidad	Fuente
Papel y Cartón	CO ₂	2.00	Años	Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006
		0.000000386	Mt C / m³	
Paneles a base de madera		25.00	Años	
		0.000000269	Mt C / m³	
Madera aserrada		35.00	Años	
		0.000000229	Mt C / m³	

6.10.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.10.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 4.G. Productos de la madera recolectada presenta un comportamiento altamente variable tanto en las emisiones y absorciones reportadas como en los niveles de incertidumbre durante el periodo 1990–2022 (ver Tabla 6-41). En 1990, la incertidumbre agregada fue de ± 27.23 %, mientras que en 2022 alcanzó ± 78.67 %, evidenciando un incremento del 188.99 % en comparación con el valor inicial. Este aumento se relaciona con la variabilidad inherente a la disponibilidad de datos para realizar las estimaciones de este sector, donde las fuentes de información suelen ser más escasas y heterogéneas. La

oscilación de las emisiones entre valores positivos y negativos en diferentes años refuerza la complejidad de la categoría.

En las subcategorías, 4.G.1. muestra incertidumbres constantes de ± 39.05 % en la mayoría de los años, mientras que las absorciones fluctuaron significativamente, alcanzando valores negativos considerables en 2000 (-74.84 kt CO₂ eq) y 2020 (-69.75 kt CO₂ eq). Por su parte, 4.G.2. presenta incertidumbre reportada únicamente a partir del año 2000, también con valores estables de ± 39.05 %, pero con variaciones importantes en las emisiones, incluida una absorción marcada en 1995 (-32.39 kt CO₂ eq). La ausencia de incertidumbre (marcada como “*”) en varios años refleja limitaciones en la disponibilidad de datos o la falta de estimaciones para ciertas subcategorías en esos periodos.

Tabla 6-41. Resultados de incertidumbre para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 4.G.	Agregado	48.01	27.23
1995	Total 4.G.	Agregado	77.23	58.69
2000	Total 4.G.	Agregado	-80.99	36.65
2005	Total 4.G.	Agregado	-33.12	45.18
2010	Total 4.G.	Agregado	116.97	36.88
2015	Total 4.G.	Agregado	39.68	55.84
2020	Total 4.G.	Agregado	71.25	83.28
2022	Total 4.G.	Agregado	35.14	78.67
1990	4.G.1.	CO ₂	24.17	35.88
1995	4.G.1.	CO ₂	111.44	39.05
2000	4.G.1.	CO ₂	5.77	39.05
2005	4.G.1.	CO ₂	2.31	39.05
2010	4.G.1.	CO ₂	112.34	38.37
2015	4.G.1.	CO ₂	45.25	39.05
2020	4.G.1.	CO ₂	134.86	39.05
2022	4.G.1.	CO ₂	51.34	39.05
1990	4.G.2.	CO ₂	0.00	*
1995	4.G.2.	CO ₂	0.00	*
2000	4.G.2.	CO ₂	23.84	41.04
2005	4.G.2.	CO ₂	2.72	39.05
2010	4.G.2.	CO ₂	4.63	39.05
2015	4.G.2.	CO ₂	21.27	39.05
2020	4.G.2.	CO ₂	6.15	39.05
2022	4.G.2.	CO ₂	25.41	39.05
1990	4.G.1.	CO ₂ _Abs	0.00	*
1995	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-1.82	39.05

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
2000	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-74.84	39.05
2005	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-38.14	39.05
2010	4.G.1.	CO ₂ _Abs	0.00	*
2015	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-26.84	39.05
2020	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-69.75	39.05
2022	4.G.1.	CO ₂ _Abs	-41.60	39.05
1990	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*
1995	4.G.2.	CO ₂ _Abs	-32.39	39.05
2000	4.G.2.	CO ₂ _Abs	-11.92	39.05
2005	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*
2010	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*
2015	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*
2020	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*
2022	4.G.2.	CO ₂ _Abs	0.00	*

6.10.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. En la categoría de Productos de Madera Recolectada se puso especial atención en la revisión y coherencia de los datos de actividad, debido a que se identificaron casos en los que la producción y las importaciones registradas eran inferiores a las exportaciones. Estos valores fueron ajustados para mantener la consistencia de la serie histórica. Asimismo, los factores de emisión fueron verificados conforme a las directrices del IPCC, asegurando su adecuada aplicación. Finalmente, se constató que las emisiones y absorciones estimadas correspondieran de manera lógica con los datos de actividad disponibles, garantizando resultados consistentes y técnicamente robustos.

6.10.6. Recálculos de la categoría

Para la categoría de Productos de Madera Recolectada (PMR) no se realizaron recálculos, dado que su estimación se incorpora por primera vez en el Inventario Nacional de GEI. La inclusión de esta categoría responde a las directrices metodológicas del IPCC y al fortalecimiento progresivo del nivel de detalle del inventario del sector UTCUTS.

6.10.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-42 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Productos de Madera Recolectada, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-42. 4.G. Productos de la madera recolectada: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4.G. Productos de la madera recolectada	Mejorar el nivel metodológico de la categoría	Realizar la identificación de la vida media de los productos con información del país	2028 – BTR3	ICF



6.11. Quema de biomasa (CRT 4(IV))

6.11.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría de quema de biomasa, según las Directrices del IPCC 2006, incluye las emisiones generadas por la combustión de vegetación en tierras forestales, pastizales y tierras de cultivo. Esta categoría representa únicamente fuentes de gases de efecto invernadero, ya que la quema libera el carbono almacenado en la biomasa, sin generar sumideros. Las subcategorías más comunes incendios en tierras forestales, en pastizales y en cultivos permiten diferenciar la magnitud de las emisiones según la disponibilidad de biomasa y el tipo de cobertura afectada.

Para el año 2022, la categoría de quema de biomasa registra únicamente emisiones, dado que los incendios generan liberación directa de carbono hacia la atmósfera. En este año, los incendios más representativos corresponden a las Tierras forestales, con 342.52 kt CO₂ eq, equivalentes al 85.36 % del total, reflejando la alta vulnerabilidad de los bosques hondureños ante eventos de quema. En segundo lugar, se encuentran los incendios en pastizales, con 53.71 kt CO₂ eq (13.39 %), asociados principalmente a quemas recurrentes en zonas de pastos. Finalmente, los incendios en tierras de cultivo aportan 5.02 kt CO₂ eq (1.25 %), lo que indica una contribución menor, aunque no despreciable, al total de emisiones por este tipo de perturbación.

Al analizar el comportamiento de la serie histórica, se observan incrementos significativos en las tres subcategorías. Los incendios en Tierras forestales muestran una tasa de crecimiento compuesta de 9.07 %, con un incremento acumulado de 1,510.88 % entre 1990 y 2022. Esto evidencia un aumento sostenido en la recurrencia y magnitud de los incendios forestales, estrechamente vinculados a presiones antrópicas, expansión agrícola y condiciones climáticas más secas. Por su parte, los incendios en pastizales presentan una tasa de crecimiento compuesta de 8.53 %, con un aumento del 1,270.80 % entre 1992 y 2022, lo cual sugiere una intensificación de prácticas de quema para el manejo extensivo de pastos. En cuanto a los incendios en cultivos, estos muestran una tasa de crecimiento compuesta de 8.93 % y un aumento acumulado del 1,443.92 % entre 1990 y 2022, asociado principalmente a quemas agrícolas no controladas.

En conjunto, la información muestra una tendencia creciente y marcada en las emisiones provenientes de la quema de biomasa, especialmente en ecosistemas forestales, lo que resalta la importancia de fortalecer las medidas de prevención de incendios, la vigilancia comunitaria y la gestión sostenible de la tierra. Los datos de referencia detallados pueden observarse en la Tabla 6-43, donde se ilustran los valores correspondientes a distintos años de la serie, permitiendo analizar con mayor precisión la dinámica interanual de las emisiones.

Tabla 6-43. 4(IV). Quema de biomasa: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
4(IV). A. Tierras forestales	21.26	25.22	30.98	141.81	68.86	54.30	392.70	87.91	342.52
4(IV). B. Cultivos	0.32	0.36	0.40	-	0.27	0.65	1.15	-	5.02
4(IV). C. Pastizales	3.92	4.56	5.45	25.89	7.92	13.34	25.81	8.06	53.71
4(IV). Quema de biomasa	25.51	30.14	36.83	167.70	77.05	68.29	419.66	95.97	164.41

Dentro de esta categoría, todas las subcategorías evaluadas generan emisiones de GEI asociadas a la quema de biomasa. La subcategoría más representativa es la de incendios en Tierras forestales, que aporta el 88.18 % del promedio histórico, reflejando la magnitud del impacto que tiene la pérdida de biomasa forestal a través del fuego. Le siguen los incendios en pastizales, que representan el 11.30 %, mientras que los incendios en cultivos constituyen un aporte menor, equivalente al 0.53 % del total.

La Figura 6-15 muestra la tendencia temporal de estas emisiones. En la serie histórica se observa con claridad la proyección de datos previa al año 2005, utilizada debido a la ausencia de información sistemática de incendios en esos primeros años. A partir de 2005, cuando se dispone de registros más completos y consistentes, la tendencia refleja un incremento general de las emisiones, aunque con un patrón algo irregular debido a la variabilidad interanual típica de los incendios forestales, las condiciones climáticas, la ocurrencia de sequías y otros factores que influyen en la frecuencia y extensión de los eventos de quema.

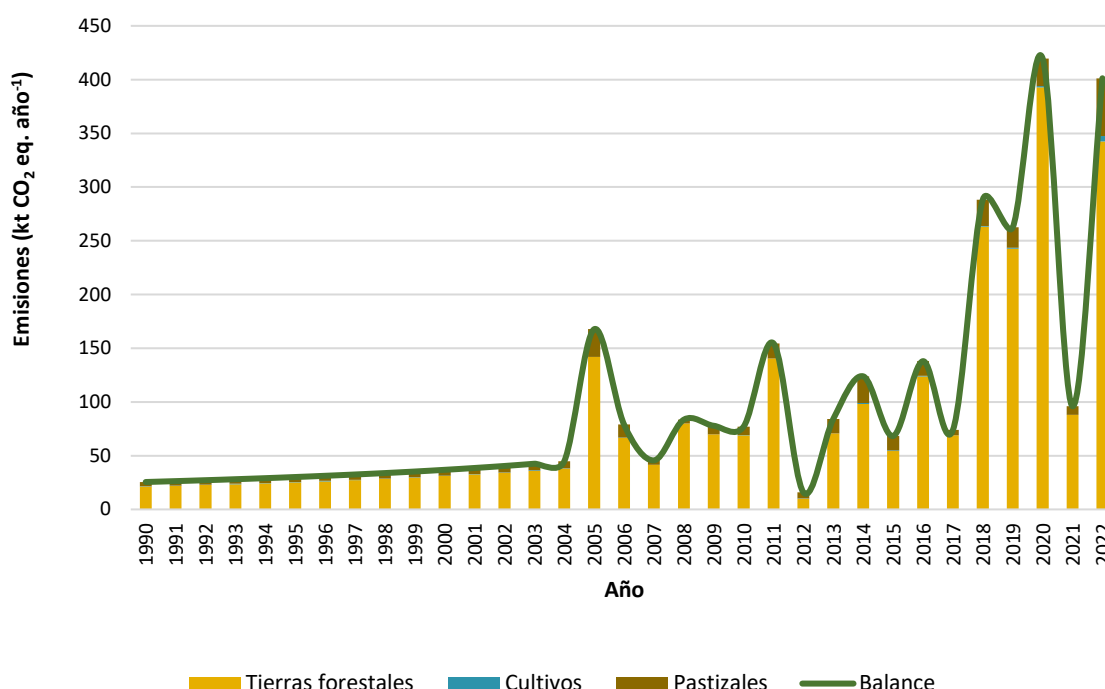


Figura 6-15. 4(IV). Quema de biomasa: total neto de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.11.2. Aspectos metodológicos de la categoría

En este capítulo se presenta de manera detallada la información necesaria para la estimación de las emisiones derivadas de la quema de biomasa, incluyendo los métodos aplicados, los datos de actividad utilizados y los factores de emisión correspondientes. El enfoque metodológico adoptado corresponde al Nivel 1; a continuación, se presenta los gases estimados, la ecuación utilizada y como se realizó la retroproyección de los datos de entrada (ver Tabla 6-44).

Tabla 6-44. 4(IV). Quema de biomasa: Metodología empleada para estimar emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada
4(IV) Quema de biomasa	4(IV). A. Tierras forestales	CH ₄ , N ₂ O	T1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de tierras forestales incendiadas
4(IV) Quema de biomasa	4(IV).B. Cultivos	CH ₄ , N ₂ O	T1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de cultivos incendiados
4(IV) Quema de biomasa	4(IV).C. Pastizales	CH ₄ , N ₂ O	T1	Ecuación 2.27, capítulo 2, volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006	Se completa la serie de tiempo (1990-2004) como variable de referencia se toma la variación anual del área de pastizales incendiados

6.11.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La evaluación de disturbios por incendios forestales se desarrolló en dos fases para asegurar consistencia y precisión en toda la serie temporal. En la primera interpretación, la identificación de áreas quemadas combinó la interpretación de imágenes en LuA app con información de algoritmos especializados. Entre 2005 y 2019 se utilizó el producto MODIS MCD64A1 como indicador de área quemada, mientras que para 2020–2022 se empleó una herramienta oficial que integra datos de FIRMS, GOES, MODIS y Sentinel-2 mediante un algoritmo de aprendizaje automático para generar cicatrices de incendio (Gobierno de Honduras, 2023).

Con el fin de unificar la metodología, se realizó una segunda evaluación mediante el algoritmo LandTrendr, herramienta que analiza series temporales Landsat para detectar cambios abruptos en la vegetación asociados a perturbaciones como incendios. Esta herramienta, incorporada a LuA app con apoyo técnico de la CfRN, permitió analizar tendencias, identificar rupturas significativas y validar la recuperación posterior, apoyándose además en imágenes Sentinel-2 y Google Earth Pro (Gobierno de Honduras, 2023).

En total se reevaluaron 3,993 parcelas con esta metodología, verificando cada caso con imágenes satelitales para asegurar la validez de los disturbios detectados. LandTrendr facilita la visualización de cambios mediante curvas temporales, donde caídas abruptas reflejan incendios y líneas horizontales indican insuficiencia de datos. Este proceso consolidado permitió obtener una evaluación más homogénea, robusta y confiable de los incendios forestales entre 2005 y 2022 (Gobierno de Honduras, 2023); a continuación, se presentan los datos de actividad obtenidos (ver Tabla 6-45).

Tabla 6-45. 4(IV). Quema de biomasa: datos de actividad por fuente o sumidero de GEI (Kilo Hectáreas).

4(IV). Quema de biomasa (Kilo Hectáreas)			
Año	Tierras Forestales	Tierras de Cultivos	Pastizales
1990	12.26	0.55	3.30
1991	12.66	0.56	3.39
1992	13.08	0.57	3.50

4(IV). Quema de biomasa (Kilo Hectáreas)			
Año	Tierras Forestales	Tierras de Cultivos	Pastizales
1993	13.53	0.58	3.60
1994	14.02	0.59	3.72
1995	14.54	0.60	3.84
1996	15.10	0.62	3.97
1997	15.71	0.63	4.11
1998	16.37	0.64	4.26
1999	17.08	0.66	4.42
2000	17.86	0.67	4.59
2001	18.72	0.69	4.78
2002	19.66	0.70	4.98
2003	20.70	0.72	5.20
2004	21.86	0.74	5.44
2005	69.72	0.60	16.23
2006	34.86	0.60	6.61
2007	21.04	-	6.61
2008	39.67	-	4.81
2009	34.86	-	7.81
2010	37.26	0.60	6.61
2011	70.32	-	9.62
2012	6.61	-	3.01
2013	39.07	-	11.42
2014	54.69	1.80	16.83
2015	30.65	0.60	8.41
2016	63.71	1.20	11.42
2017	35.46	-	3.61
2018	139.43	1.80	18.03
2019	131.62	1.20	16.23
2020	207.95	0.60	24.64
2021	47.48	-	7.20
2022	76.93	1.20	13.82

6.11.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En la estimación de emisiones por quema de biomasa se emplean los factores de emisión establecidos en las Directrices del IPCC (2006). Sin embargo, la determinación de la masa de combustible disponible para la combustión se basa principalmente en la información generada por los cuatro ciclos del Inventario Nacional Forestal (INF). La construcción metodológica del INF ha sido fortalecida progresivamente con el apoyo técnico de la FAO y otras organizaciones internacionales, lo que ha permitido mejorar su precisión y consistencia. La evolución del inventario incluye la Evaluación Nacional Forestal (ENF, 2005–2006), la Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad (ENFB, 2010–2015), el Inventario Nacional Forestal (INF, 2017–2021) y el actual cuarto ciclo del INF. Este proceso continuo ha generado información biofísica detallada sobre biomasa forestal, estructura de los ecosistemas y dinámica de crecimiento, constituyendo un insumo esencial para la

estimación de los combustibles disponibles y, en consecuencia, para el cálculo de las emisiones. Los factores de emisión nacionales se derivan directamente de datos de campo recolectados mediante muestreo estadístico en las Unidades de Muestreo (UM) del INF, lo que garantiza una representación más precisa de las condiciones forestales del país (Gobierno de Honduras, 2023); a continuación, en la Tabla 6-46 se presentan los factores de emisión utilizados.

Tabla 6-46. 4(IV). Quema de biomasa: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de GEI.

Categoría	Contaminante Atmosférico	Subcategoría	Masa de combustible disponible para la combustión (MB)	Factor de combustión (Cf)	Masa de combustible disponible para la combustión * factor de combustión	Factor de emisión (Gef CH ₄)	Factor de emisión (Gef N ₂ O)	Fuente
Tierras Forestales	CH ₄ , NO ₂	Agrobosque	14.55	0.19	2.79	6.80	0.20	Inventario: Inventario Nacional Forestal de Honduras, y Medición: Tercera medición del INF Honduras y Población, Población/subpoblación [Honduras] ; IPCC 2006
		Bosque de Conífera	45.40	0.19	8.69	6.80	0.20	
		Bosque Latifoliado Húmedo	73.52	0.19	14.08	6.80	0.20	
		Bosque Deciduo	18.45	0.19	3.53	6.80	0.20	
		Bosque de Mangle	80.29	0.19	15.37	6.80	0.20	
		Bosque Mixto	55.22	0.19	10.57	6.80	0.20	
Tierras de Cultivo	CH ₄ , NO ₂	Cultivos de ciclo cortos	3.62	1.00	4.70	2.70	0.07	
		Cultivos perennes, agroforestales: Café	12.12	1.00	15.60	2.70	0.07	
		Cultivos perennes, agroforestales: Cacao	12.12	1.00	15.60	2.70	0.07	
		Cultivos perennes, puros: Frutales	62.97	1.00	79.63	2.70	0.07	
		Cultivos perennes, puros: Palma africana	21.00	1.00	25.83	2.70	0.07	
		Cultivos perennes, puros: Café sin sombra	11.34	1.00	14.53	2.70	0.07	
Pastizales	CH ₄ , NO ₂	Pastizal	4.33	1.00	5.56	2.30	0.21	
		Vegetación herbácea y arbustiva	3.65	1.00	4.71	2.30	0.21	
Humedales	CH ₄ , NO ₂	Humedales con vegetación	0.14	1.00	n.a	n.a	n.a	
		Cuerpos de agua	0.00	1.00	n.a	n.a	n.a	
Asentamientos	CH ₄ , NO ₂	Zona urbana	0.00	1.00	n.a	n.a	n.a	
		Asentamientos	0.00	1.00	n.a	n.a	n.a	
Otras tierras	CH ₄ , NO ₂	Suelo sin vegetación	0.00	1.00	n.a	n.a	n.a	
		Otras Tierras	0.00	1.00	n.a	n.a	n.a	

6.11.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

No se aplicaron flexibilidades en la estimación del inventario de GEI, ya que todas las categorías, subcategorías y fuentes pertinentes fueron evaluadas siguiendo plenamente las Directrices del IPCC de 2006. Esto implicó la aplicación de métodos, factores de emisión y

datos de actividad consistentes con las buenas prácticas establecidas, garantizando la transparencia, la consistencia y la precisión del inventario.

6.11.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La subcategoría 4(IV) Quema de biomasa presenta una disminución marcada en la incertidumbre agregada entre 1990 y 2022. En el año inicial, la incertidumbre alcanzaba ± 79.21 %, mientras que para 2022 descendió a ± 22.08 % (ver Tabla 6-47), lo que representa una reducción absoluta de 57.13 puntos porcentuales y relativa del 72.12 %. Este cambio refleja mejoras sustanciales en la disponibilidad y calidad de los datos empleados para caracterizar los eventos de quema, así como una mayor precisión en los factores de emisión utilizados en el inventario.

Las tres subcategorías que componen la quema de biomasa, 4(IV).C., 4(IV).B. y 4(IV).A., muestran patrones de reducción de incertidumbre igualmente notables. En 4(IV).C., los valores disminuyen de ± 98.69 % en 1990 a ± 21.09 % en 2022, lo que equivale a una reducción del 78.63 %, pese a fluctuaciones puntuales en 2005 y 2015. La subcategoría 4(IV).B. inicia con una incertidumbre de ± 84.09 %, que baja a ± 27.38 % en 2022 (-67.44 %), destacando la disminución sostenida después de 2010. Por su parte, 4(IV).A. reduce sus niveles de ± 93.25 % en 1990 a ± 24.23 % en 2022, equivalente a una reducción del 74.01 %, con una estabilización clara a partir de 2010.

El análisis por gas revela dinámicas relevantes. Para CH_4 , las incertidumbres iniciales son especialmente altas, alcanzando ± 103.12 % en 4(IV).C., ± 95.13 % en 4(IV).B y ± 106.12 % en 4(IV).A. No obstante, para 2022 estas disminuyen a rangos entre ± 28.44 % y ± 33.38 %, lo que representa reducciones superiores a los 70 puntos porcentuales en todas las subcategorías. Por su parte, en las emisiones de N_2O , las incertidumbres iniciales superan los ± 179 % en algunos casos, pero para 2022 descienden hasta valores entre ± 20.62 % y ± 31.40 %, demostrando mejoras aún más pronunciadas que las observadas para CH_4 .

Si bien las tendencias generales son descendentes, algunos años presentan comportamientos atípicos que responden a variabilidad en la extensión, intensidad o

frecuencia de los eventos de quema reportados. Por ejemplo, en 4(IV).A., los años 2005 y 2020 exhiben aumentos destacados en emisiones y variabilidad, asociados posiblemente a picos de incendios forestales o a cambios en el régimen de quema agrícola. Sin embargo, estos picos no revierten la tendencia de fondo, que continúa apuntando hacia una mejora generalizada de la categoría.

Tabla 6-47. Resultados de incertidumbre para la categoría 4(IV) Quema de biomasa.

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incetidumbre ±(%)
1990	Total 4(IV)	Agregado	25.51	79.21
1995	Total 4(IV)	Agregado	30.14	54.20
2000	Total 4(IV)	Agregado	36.83	50.74
2005	Total 4(IV)	Agregado	167.70	48.48
2010	Total 4(IV)	Agregado	77.05	21.81
2015	Total 4(IV)	Agregado	68.29	19.15
2020	Total 4(IV)	Agregado	419.66	24.28
2022	Total 4(IV)	Agregado	164.41	22.08
1990	Total 4(IV).C.	Agregado	3.92	98.69
1995	Total 4(IV).C.	Agregado	4.56	61.88
2000	Total 4(IV).C.	Agregado	5.45	50.79
2005	Total 4(IV).C.	Agregado	25.89	54.40
2010	Total 4(IV).C.	Agregado	7.92	26.59
2015	Total 4(IV).C.	Agregado	13.34	28.04
2020	Total 4(IV).C.	Agregado	25.81	26.00
2022	Total 4(IV).C.	Agregado	14.61	21.09
1990	Total 4(IV).B.	Agregado	0.32	84.09
1995	Total 4(IV).B.	Agregado	0.36	66.23
2000	Total 4(IV).B.	Agregado	0.40	52.95
2005	Total 4(IV).B.	Agregado	0.00	*
2010	Total 4(IV).B.	Agregado	0.27	30.58
2015	Total 4(IV).B.	Agregado	0.65	28.87
2020	Total 4(IV).B.	Agregado	1.15	19.56
2022	Total 4(IV).B.	Agregado	0.53	27.38
1990	Total 4(IV).A.	Agregado	21.26	93.25
1995	Total 4(IV).A.	Agregado	25.22	63.79
2000	Total 4(IV).A.	Agregado	30.98	59.65
2005	Total 4(IV).A.	Agregado	141.81	56.46
2010	Total 4(IV).A.	Agregado	68.86	24.21
2015	Total 4(IV).A.	Agregado	54.30	23.08
2020	Total 4(IV).A.	Agregado	392.70	25.89
2022	Total 4(IV).A.	Agregado	149.27	24.23
1990	4(IV).C.	CH ₄	2.45	103.12
1995	4(IV).C.	CH ₄	2.85	73.17
2000	4(IV).C.	CH ₄	3.40	63.20
2005	4(IV).C.	CH ₄	15.65	71.18
2010	4(IV).C.	CH ₄	4.55	33.38
2015	4(IV).C.	CH ₄	7.91	37.34
2020	4(IV).C.	CH ₄	14.73	42.30
2022	4(IV).C.	CH ₄	7.84	28.44

Año	Código de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
1990	4(IV).C.	N ₂ O	1.47	199.06
1995	4(IV).C.	N ₂ O	1.71	111.11
2000	4(IV).C.	N ₂ O	2.05	85.15
2005	4(IV).C.	N ₂ O	10.24	84.15
2010	4(IV).C.	N ₂ O	3.38	43.29
2015	4(IV).C.	N ₂ O	5.43	42.30
2020	4(IV).C.	N ₂ O	11.09	22.56
2022	4(IV).C.	N ₂ O	6.77	31.40
1990	4(IV).B.	CH ₄	0.26	95.13
1995	4(IV).B.	CH ₄	0.29	78.16
2000	4(IV).B.	CH ₄	0.32	62.20
2005	4(IV).B.	CH ₄	0.00	*
2010	4(IV).B.	CH ₄	0.21	36.35
2015	4(IV).B.	CH ₄	0.52	35.36
2020	4(IV).B.	CH ₄	0.92	23.54
2022	4(IV).B.	CH ₄	0.43	33.38
1990	4(IV).B.	N ₂ O	0.07	179.07
1995	4(IV).B.	N ₂ O	0.07	110.11
2000	4(IV).B.	N ₂ O	0.08	91.14
2005	4(IV).B.	N ₂ O	0.00	*
2010	4(IV).B.	N ₂ O	0.05	46.27
2015	4(IV).B.	N ₂ O	0.14	34.37
2020	4(IV).B.	N ₂ O	0.23	25.50
2022	4(IV).B.	N ₂ O	0.10	28.44
1990	4(IV).A.	CH ₄	16.64	106.12
1995	4(IV).A.	CH ₄	19.73	67.19
2000	4(IV).A.	CH ₄	24.24	70.18
2005	4(IV).A.	CH ₄	111.08	69.18
2010	4(IV).A.	CH ₄	54.02	27.46
2015	4(IV).A.	CH ₄	42.42	28.44
2020	4(IV).A.	CH ₄	307.14	32.39
2022	4(IV).A.	CH ₄	116.88	30.41
1990	4(IV).A.	N ₂ O	4.62	195.06
1995	4(IV).A.	N ₂ O	5.48	166.08
2000	4(IV).A.	N ₂ O	6.74	107.12
2005	4(IV).A.	N ₂ O	30.73	73.17
2010	4(IV).A.	N ₂ O	14.85	51.24
2015	4(IV).A.	N ₂ O	11.88	28.44
2020	4(IV).A.	N ₂ O	85.56	24.52
2022	4(IV).A.	N ₂ O	32.39	20.62

6.11.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario del sector, se implementaron diversas acciones conforme a lo establecido en el Capítulo 6 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y al protocolo de CC/AC del INGEI. Estas actividades incluyeron la verificación de posibles errores de transcripción, la revisión de tendencias y la

identificación de valores atípicos mediante gráficos de series temporales tanto de datos de actividad como de emisiones, comparándolos con resultados de inventarios anteriores. Asimismo, se reprodujeron aleatoriamente estimaciones de emisiones y absorciones para comprobar la correcta aplicación de metodologías y fórmulas. Se revisaron las unidades de los datos de actividad y factores de emisión para asegurar su consistencia y adecuada presentación en todas las hojas de cálculo y series temporales. Para la categoría de quema de biomasa se evaluó la consistencia de los datos de actividad correspondientes a tierras forestales, cultivos y pastizales. Del mismo modo, se verificó la aplicación correcta de los factores de emisión en la ecuación 2.27 de las Directrices del IPCC, asegurando su adecuado uso metodológico. Finalmente, se comprobó que la tendencia de las emisiones fuese coherente con los valores reportados en los datos de actividad, garantizando así resultados consistentes y técnicamente fundamentados.

6.11.6. Recálculos de la categoría

Los recálculos realizados en la categoría de Quema de biomasa se enfocaron exclusivamente en mejorar la completitud y coherencia de la serie temporal. En primer lugar, se reconstruyó la serie histórica de datos de actividad para el período 1990-2005 mediante la aplicación de análisis de tendencia, lo que permitió garantizar la continuidad y consistencia de la información en años donde no se disponía de datos directos. Asimismo, se efectuaron nuevas estimaciones de emisiones y absorciones para los años 2020-2022, con el fin de actualizar y ampliar la serie conforme a las metodologías del IPCC de 2006 y a la disponibilidad de información nacional más reciente. Estos recálculos no modificaron la metodología previamente adoptada (ver Figura 6-16).

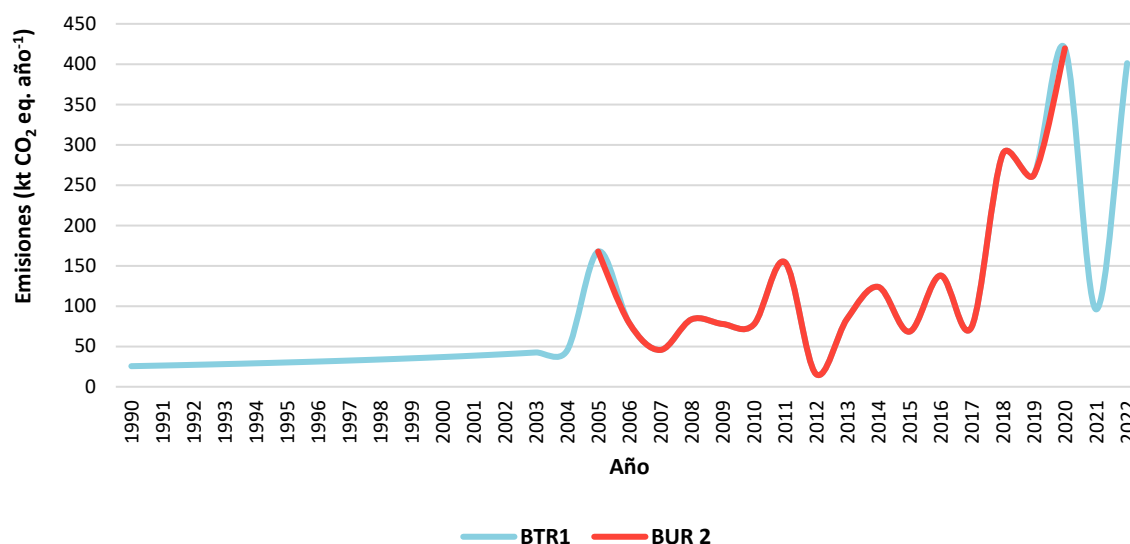


Figura 6-16. 4(IV). Quema de biomasa: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

6.11.7. Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 6-48 se presenta el plan de mejora correspondiente a la categoría de Quema de biomasa, en el cual se identifican de manera clara las principales necesidades detectadas durante el proceso de elaboración del inventario, así como las acciones específicas propuestas para atenderlas. Este plan constituye una herramienta estratégica para fortalecer la calidad, coherencia y transparencia de las estimaciones. Asimismo, permite priorizar intervenciones y coordinar actores institucionales con miras a asegurar que futuras estimaciones reflejen con mayor precisión la dinámica forestal del país.

Tabla 6-48. 4(IV). Quema de biomasa: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
4(IV). Quema de biomasa	En la categoría de quema de biomasa se presentan factores de emisión propios con incertidumbres altas	Es necesario identificar procesos para reducir la incertidumbre del inventario	2028 – BTR3	ICF



☆☆☆H
**Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente**
Gobierno de la República

CAPÍTULO 7

RESIDUOS (CRT 5)



SERNA



7.1. Panorama general del sector

Honduras avanza en el fortalecimiento de su marco normativo para el manejo de residuos como parte de sus esfuerzos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del sector. Actualmente en el congreso se encuentra en proceso de revisión y aprobación una propuesta de una Ley para la Gestión Integral de Residuos donde se proponen establecer lineamientos para prevenir la contaminación y proteger la salud pública, al tiempo que contribuye a reducir emisiones asociadas a la disposición inadecuada de residuos y al tratamiento insuficiente de desechos sólidos y líquidos. Bajo esta ley, SERNA funge como autoridad rectora y se espera crear la Dirección General de Residuos (DGR), responsable de regular y supervisar las actividades del sector mediante licencias ambientales y permisos municipales. De forma complementaria, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, basada en el enfoque 3R y en principios como la prevención, la responsabilidad compartida y la responsabilidad extendida del productor, promueve prácticas que disminuyen emisiones de metano y otros GEI mediante la reducción, aprovechamiento y correcta disposición de residuos.

En términos de cuantificación, la mayoría de las emisiones del sector se estiman mediante metodologías de Nivel 1, utilizando datos de actividad nacionales como la población reportada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) combinados con factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC. El inventario cubre el período 1990–2022, lo que garantiza una serie histórica amplia y consistente para el análisis de tendencias de emisiones asociadas al manejo y tratamiento de residuos en el país.

7.1.1. Descripción del sector

De acuerdo con las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, el sector Residuos comprende todas las emisiones de GEI generadas por el tratamiento y la eliminación de residuos sólidos y líquidos, así como por otros procesos asociados a su manejo. Este sector incluye las emisiones producidas por la disposición final

de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos, la incineración y quema abierta, y el tratamiento de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. Las emisiones provienen principalmente de la descomposición aeróbica y anaeróbica de la materia orgánica, de la combustión durante la incineración y de los procesos bioquímicos que tienen lugar en los sistemas de aguas residuales.

En este capítulo se presentan las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) asociadas al tratamiento y la disposición final de residuos sólidos y líquidos. Conforme a las directrices metodológicas del IPCC, el sector se organiza en cinco (5) categorías principales. En el caso de Honduras, la estimación de emisiones se centra en las siguientes subcategorías:



5.A.2 Eliminación de residuos sólidos en sitios no categorizados, que incluye vertederos a cielo abierto o sitios sin control formal;



5.C.2 Incineración de residuos sólidos a cielo abierto, que abarca prácticas de quema sin sistemas de control de emisiones;



5.D.1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas;



5.D.2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.

Estas subcategorías constituyen las fuentes de emisión del sector residuos en el país, debido a las prácticas predominantes de manejo, la limitada infraestructura de disposición controlada y el uso extendido de métodos simples de tratamiento.

7.1.2. Tendencia de los GEI del sector

El sector Residuos reporta para el año 2022 un total de 2,566.06 kt CO₂ eq, concentrando sus emisiones principalmente en metano (CH₄) y en menor medida en óxido nitroso (N₂O), en línea con los procesos típicos de generación de GEI descritos por el IPCC. Las tres categorías que explican prácticamente la totalidad de las emisiones del sector son: la disposición de residuos sólidos, el tratamiento de aguas residuales y la quema abierta de residuos, reflejando las prácticas predominantes de manejo en el país.

En 2022 excluyendo UTCUTS, el sector Residuos aporta el 10.81 % (2,566.06 kt CO₂ eq) de las emisiones totales nacionales, Incluyendo UTCUTS en valores absolutos, la participación del sector es de 9.53%, lo que evidencia su peso relativo dentro del inventario nacional.

El promedio histórico de emisiones del sector asciende a 1,675.79 kt CO₂ eq, con una desviación estándar relativa del 31.25 %, lo que refleja una variabilidad importante asociada a cambios en prácticas de manejo, calidad de datos y metodologías aplicadas. En 2022, las emisiones muestran un incremento del 165.94 % respecto a 1990 y del 4.03 % respecto a 2020, indicando una tendencia sostenida al alza.

Dentro del sector, la disposición de residuos sólidos (5.A) representa 1,079.39 kt CO₂ eq (42.06%), provenientes exclusivamente del CH₄ generado en sitios de disposición no categorizados (5.A.3). No se reportan emisiones en sitios gestionados o no gestionados debido a limitaciones de información y disponibilidad de datos.

Tabla 7-1. Sector Residuos: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2022.

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂ (kt CO ₂ eq)	CH ₄ (kt CO ₂ eq)	N ₂ O (kt CO ₂ eq)	Total de GEI (kt CO ₂ eq)
5.	Residuos	185.15	2,329.23	51.69	2,566.06
5.A.	Disposición de residuos sólidos		1,079.39		1,079.39
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados		NE		NE
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados		NE		NE
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados		1,079.39		1,079.39
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE	NE	NE
5.B.1.	Compostaje		NE	NE	NE
5.B.2.	Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás		NE	NE	NE
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	185.15	104.44	14.11	303.70
5.C.1.	Incineración de residuos	NE	NE	NE	NE
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	185.15	104.44	14.11	303.70
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		1,145.40	37.58	1,182.98
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		774.86	37.58	812.44
5.D.2.	Aguas residuales industriales		370.54	NE	370.54
5.D.3.	Otros		NO	NO	NO
5.E.	Otros	NO	NO	NO	NO
5.F.1.	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	76			76

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

La incineración y quema abierta de residuos (5.C.) contribuye con 303.70 kt CO₂ eq (11.84%), asociadas únicamente a la quema a cielo abierto (5.C.2.). Esta práctica emite CO₂ derivado de la fracción fósil de los residuos, además de CH₄ y N₂O producto de la combustión incompleta, lo que la convierte en una fuente relevante dentro del sector.

Por su parte, el tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.) constituye la principal fuente de emisiones, con 1,182.98 kt CO₂ eq (46.10%), originadas por la generación de CH₄ y N₂O en sistemas domésticos e industriales.

Tabla 7-2. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.A. Eliminación de residuos sólidos	324.23	380.88	447.01	526.93	614.45	844.05	1,018.97	1,049.84	1,079.39
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	114.55	129.91	152.68	178.01	239.70	254.49	294.41	299.04	303.70
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	526.14	577.62	719.52	841.61	962.45	1,070.35	1,153.17	1,175.72	1,182.98
Total	964.91	1,088.41	1,319.21	1,546.54	1,816.60	2,168.89	2,466.55	2,524.61	2,566.06

Las emisiones del sector Residuos muestran un crecimiento sostenido durante el período 1990–2022, pasando de 964.91 kt CO₂ eq en 1990 a 2,566.06 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un incremento del 165.94 %. Este comportamiento refleja el aumento en la generación de residuos y aguas residuales asociado al crecimiento poblacional, la urbanización y la limitada expansión de infraestructura para su manejo adecuado.

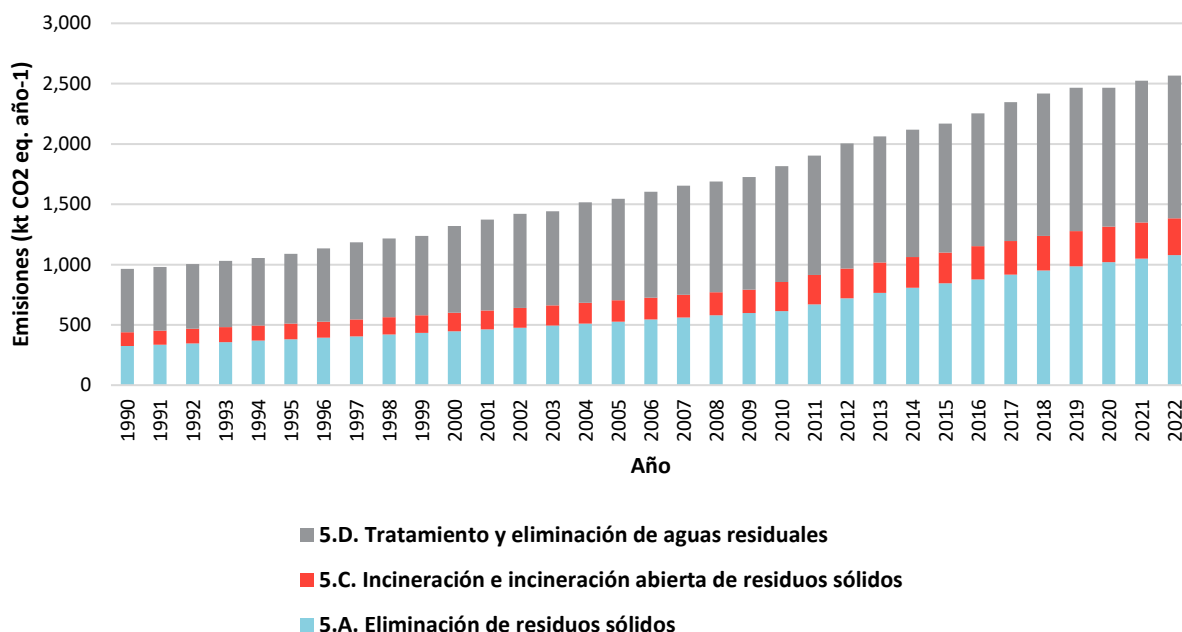


Figura 7-1. Sector Residuos: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq.año⁻¹).

La categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos evidencia el incremento más pronunciado, al pasar de 324.23 kt CO₂ eq en 1990 a 1,079.39 kt CO₂ eq en 2022, equivalente a un aumento del 232.91%. Este crecimiento está directamente relacionado con la prevalencia de sitios de disposición no controlados y la ausencia de sistemas de captura de biogás, lo que favorece la generación de metano durante la degradación de los residuos.

Por su parte, la incineración y quema abierta de residuos (5.C.) también muestra un aumento significativo, de 114.55 kt CO₂ eq a 303.70 kt CO₂ eq en el mismo periodo (165.12%). Aunque su contribución es menor en términos absolutos, la tendencia ascendente evidencia la persistencia de la quema a cielo abierto como práctica común, especialmente en zonas donde no existe recolección formal de residuos.

El tratamiento y eliminación de aguas residuales (5.D.) constituye la categoría con mayores emisiones en todos los años analizados. Sus emisiones aumentan de 526.14 kt CO₂ eq en 1990 a

1,182.98 kt CO₂ eq en 2022, un crecimiento del 124.84%. Este comportamiento se explica por la baja cobertura de sistemas de tratamiento para las aguas residuales domésticas.

En conjunto, las tres categorías presentan incrementos constantes a lo largo de las últimas tres décadas, lo que demuestra que las mejoras en el manejo de residuos y aguas residuales no han avanzado al mismo ritmo que el crecimiento demográfico y económico.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector residuos muestran un crecimiento sostenido entre 1990 y 2022, explicado por la expansión demográfica, el aumento en la generación de residuos sólidos y aguas residuales. Tal y como se evidencia en la tabla 7-3, los tres GEI considerados corresponde dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), los cuales presentan comportamientos diferenciados según su origen y los procesos asociados al manejo de residuos.

Tabla 7-3. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
CO ₂	69.83	79.20	93.08	108.52	146.13	155.15	179.49	182.31	185.15
CH ₄	873.09	986.05	1,196.30	1,398.42	1,631.93	1,973.26	2,240.54	2,292.13	2,329.23
N ₂ O	21.98	23.16	29.83	39.60	38.54	40.48	46.52	50.16	51.69
Total	964.91	1,088.41	1,319.21	1,546.54	1,816.60	2,168.89	2,466.55	2,524.61	2,566.06

La participación porcentual del año 2022 evidencia la dominancia del metano: CH₄ (90.77 %), seguido de CO₂ (7.22 %) y N₂O (2.01 %). El CH₄ es el GEI predominante del sector, con emisiones de 2,329.23 kt CO₂ eq, impulsadas principalmente por la degradación anaerobia de residuos sólidos biodegradables en sitios de disposición final y el manejo de aguas residuales domésticas. El CO₂ alcanza 185.15 kt CO₂ eq, asociado a la incineración abierta y a la combustión. El N₂O, con 51.69 kt CO₂ eq, proviene en mayor medida de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

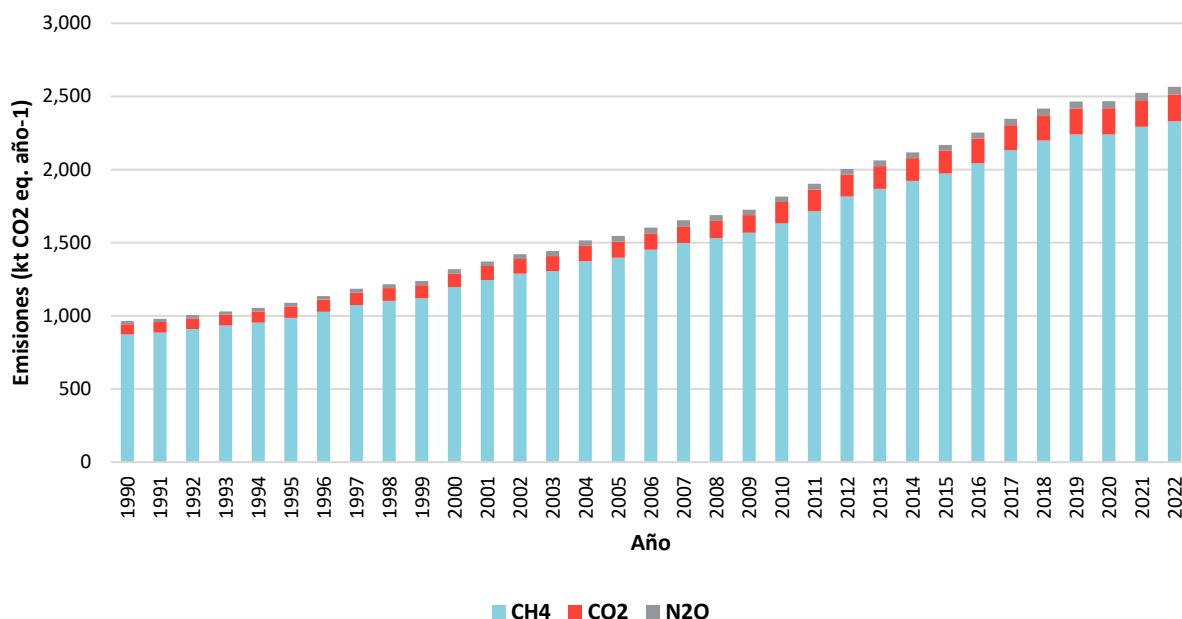


Figura 7-2. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq.año⁻¹).

En términos de variación temporal, entre 1990 y 2022 las emisiones de CH₄ aumentaron un 166.78 %, mientras que el CO₂ se incrementó en 165.12 % y el N₂O en 135.15 %. Estos incrementos están asociados al aumento en la generación de residuos y la continuidad de prácticas como la incineración a cielo abierto. Comparado con el último año presentado en el inventario anterior (2021), las emisiones totales aumentaron levemente en 2022; el crecimiento fue más notable en N₂O (+3,10 %) debido al incremento en la carga orgánica tratada, mientras que el CH₄ permaneció estable y el CO₂ mostró un aumento moderado (+1,60 %).

A lo largo de la serie histórica se observan fluctuaciones interanuales, especialmente en CH₄ y N₂O, asociadas a variaciones en la generación de residuos orgánicos. No obstante, estas oscilaciones no alteran la tendencia general ascendente del sector. En conjunto, el total del sector pasó de 964.91 kt CO₂ eq en 1990 a 2,566.06 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un incremento del 165.94 %, reafirmando la necesidad de fortalecer la gestión integral de residuos.

7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

La estimación de las emisiones del sector Residuos se realiza conforme a las Directrices del IPCC 2006, aplicando metodologías de Nivel 1 y Nivel 2 según la disponibilidad y calidad de la

información. En términos generales, se emplean métodos por defecto del IPCC para cuantificar las emisiones directas de CH_4 , CO_2 y N_2O , complementados con herramientas estándar como el modelo de descomposición de primer orden (First Order Decay, FOD) para la categoría de disposición de residuos sólidos, así como las ecuaciones metodológicas del IPCC para la incineración y el tratamiento de aguas residuales. Estas herramientas permiten asegurar una estimación consistente y comparable de los GEI, incluso en contextos con limitaciones de datos específicos.

Las fuentes de datos de actividad provienen principalmente de información demográfica, productiva y de consumo generada por entidades oficiales. Para la categoría 5.A.3 Eliminación de residuos sólidos en sitios no categorizados, las estadísticas de población del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) se utilizan como base para estimar y proyectar la generación de residuos, insumo esencial para el modelo FOD aplicado en el Nivel 2. En la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de residuos, la estimación se sustenta igualmente en datos basados en población. Para el tratamiento de aguas residuales, la subcategoría 5.D.1 Aguas residuales domésticas emplea información sobre población atendida y el consumo de proteína per cápita, este último obtenido de FAOSTAT. En la subcategoría 5.D.2 Aguas residuales industriales, las cargas orgánicas se determinan a partir de los datos de producción industrial proporcionados por el Banco Central de Honduras.

Respecto a los factores de emisión, la mayoría corresponde a los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, utilizados especialmente en las metodologías de Nivel 1 aplicadas a incineración de residuos (ecuaciones 5.2, 5.4 y 5.5) y al tratamiento de aguas residuales (ecuaciones 6.1 y 6.4). Cuando se utilizan factores de emisión específicos para el país, estos se derivan de parámetros propios del modelo FOD adaptados a las condiciones nacionales, como la tasa de generación de residuos y su fracción degradable, los cuales se describen con mayor detalle en la sección metodológica correspondiente.



7.2. Eliminación de residuos sólidos (CRT 5.A.)

7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos, según las Directrices del IPCC 2006, comprende las emisiones de metano (CH_4) generadas por la descomposición anaeróbica de la fracción degradable de los residuos depositados en sitios de disposición final. Teóricamente, esta categoría se divide en tres subcategorías: sitios gestionados, sitios no gestionados y sitios no categorizados, diferenciados principalmente por el grado de cobertura, compactación y control de lixiviados, elementos que influyen directamente en la formación y liberación de CH_4 .

En el caso de Honduras, la eliminación de residuos se realiza mayoritariamente en sitios no categorizados. Por ello, las emisiones reportadas corresponden exclusivamente a la subcategoría 5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados, que representa una fuente significativa de GEI en el sector debido a la prevalencia de botaderos a cielo abierto y la limitada infraestructura de disposición controlada. En términos de exhaustividad, la cobertura es consistente con la realidad nacional, capturando la totalidad de las emisiones atribuibles a la eliminación de residuos sólidos bajo las condiciones actuales de gestión.

La subcategoría 5.A.3., constituye una de las principales fuentes de emisiones del sector Residuos en Honduras, con una contribución que ha aumentado de forma sostenida desde 1990. En el último año, esta fuente reporta 1,079.39 kt CO_2 eq, lo que representa aproximadamente 42,07% del total sectorial (2,566.06 kt CO_2 eq). Esta participación se ha mantenido relativamente estable a lo largo del tiempo, aunque con una ligera tendencia al aumento respecto a inicios de la serie, cuando representaba cerca del 33,62% en 1990. Su relevancia responde principalmente a que los sitios de disposición final, generando emisiones significativas de CH_4 por descomposición anaerobia de la fracción orgánica.

Tabla 7-4. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO_2 eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	324.23	380.88	447.01	526.93	614.45	844.05	1,018.97	1,049.84	1,079.39
Total	324.23	380.88	447.01	526.93	614.45	844.05	1,018.97	1,049.84	1,079.39

Comparando los resultados entre el año base (1990) y 2022, las emisiones de la subcategoría muestran un incremento de 755.16 kt CO₂ eq, equivalente a un crecimiento del 233.01 %. Este aumento está impulsado por el aumento de población, incremento en la generación per cápita de residuos y la persistencia de prácticas de disposición final sin mejoras tecnológicas, lo cual mantiene altas tasas de degradación anaerobia. Si se compara el año 2021 con 2022, el aumento es de 29.55 kt CO₂ equivalente a un 2.81 %, un crecimiento esperado dada la tendencia poblacional y la ausencia de cambios estructurales en la gestión de residuos.

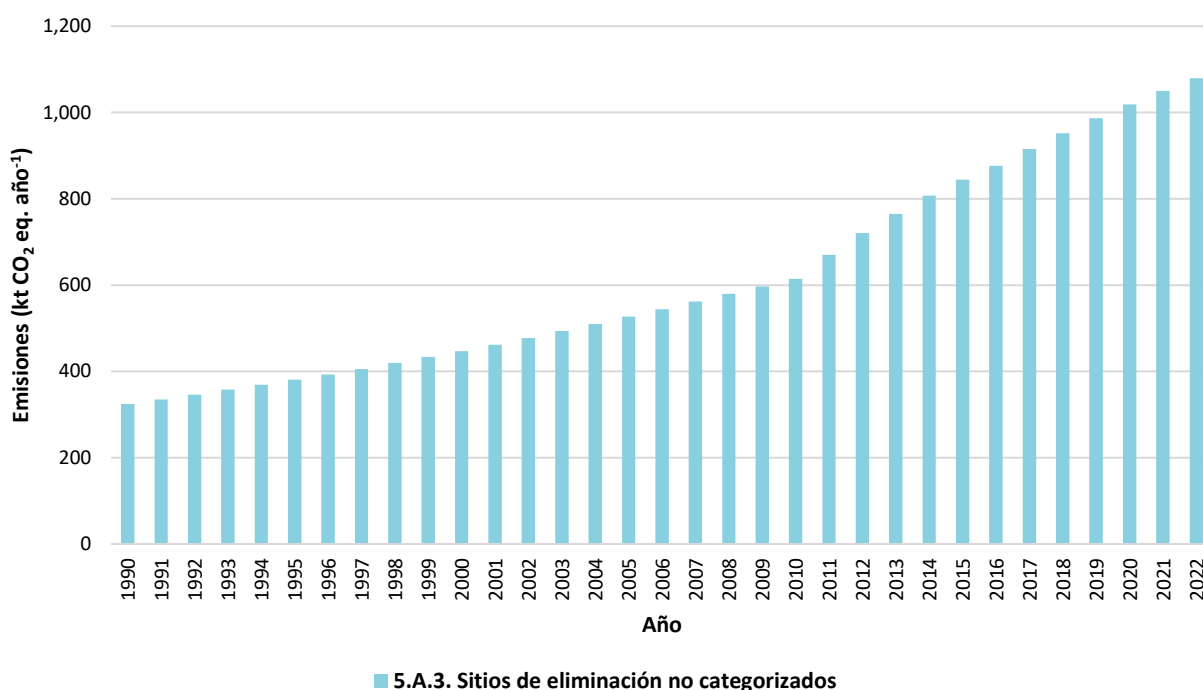


Figura 7-3. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

Las emisiones de la subcategoría 5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados muestran un incremento sostenido entre 1990 y 2022, pasando de cerca de 324.23 a más de 1,079.39 kt CO₂ eq, reflejando la expansión continua de la disposición final en sitios no categorizados. Esta tendencia se explica por el crecimiento poblacional, el aumento en la generación de residuos y la persistencia de prácticas de disposición inadecuadas. Según el (Informe sobre la Situación Actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Honduras) (Padilla & Elvir 2012), la mayoría de los municipios depende de botaderos a cielo abierto y solo un 5.71% cuenta con infraestructura adecuada para la disposición final, lo que coincide con el aumento constante de emisiones observadas en la Figura 7-3.

7.2.2. Aspectos metodológicos de la categoría

La estimación de las emisiones de GEI provenientes de esta subcategoría se realiza aplicando las Directrices del IPCC de 2006, empleando el método de Nivel 2 basado en el modelo de Decaimiento de Primer Orden (FOD). Este método permite representar la descomposición progresiva de los residuos orgánicos bajo condiciones anaerobias a lo largo de varios años, a diferencia del método de Nivel 1 que asume degradación instantánea. El FOD utiliza parámetros específicos como la fracción degradable orgánica (DOC), la fracción realmente descompuesta (DOCf), el parámetro de decaimiento k , la fracción de metano en el biogás y los factores de corrección por tipo de sitio (MCF), elementos que permiten capturar con mayor precisión el comportamiento real de los sitios de disposición final hondureños, caracterizados en su mayoría por botaderos a cielo abierto sin sistemas de control ni captación de biogás.

Tabla 7-5. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: aspectos metodológicos.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
5.A. Eliminación de residuos sólidos	5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados	CH ₄	2	Modelo de descomposición de primer orden (First Order Decay, FOD)	Se realiza la proyección de los datos 1970 - 1989	El INE provee la información relacionada con la población.

Para la implementación metodológica se emplean herramientas oficiales y nacionales, entre ellas la plantilla del IPCC para residuos (IPCC Waste Model Tool), diseñada para aplicar el modelo FOD de manera estandarizada. La elección del método FOD Nivel 2 resulta pertinente para Honduras, dadas las condiciones reales de disposición final identificadas en el país. Según el Informe de la Situación de la Gestión de Residuos Sólidos en Honduras, solo el 5.71 % de los municipios contaba con infraestructura adecuada para la disposición final (Padilla & Elvir, 2012), mientras que la mayoría continúa utilizando botaderos a cielo abierto o sitios sin control, lo que coincide con las condiciones para las cuales el IPCC recomienda el uso del FOD.

7.2.2.1. Datos de actividad de la categoría

Debido a la ausencia de datos sistemáticos y continuos sobre la generación de residuos sólidos municipales, la población nacional se utiliza como el principal dato de actividad para estimar las emisiones de la categoría 5.A.3. La serie poblacional proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) permite reconstruir de manera consistente la generación histórica de residuos y completar la “ventana temporal” requerida por el modelo de Decaimiento de Primer Orden (FOD) del IPCC mediante una proyección retrospectiva desde 1970 hasta 1989. Con esta información se estima la generación anual de residuos aplicando factores de generación per cápita consolidados por la DNCC a partir de una revisión bibliográfica. Esto permite calcular el total de residuos generados y, siguiendo la recomendación del IPCC, asumir que el 50 % de estos se dispone en sitios de eliminación final (SWDS). Los resultados correspondientes a estas estimaciones se presentan en la Tabla 7-6.

Tabla 7-6. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: datos de actividad por fuente de GEI.

Año	Población (Millones)	Generación per cápita (kg.cap.yr)	Total, de residuos generados (Gg)	Total, de residuos enviados a SWDS (Gg)
1970	2.69	185.2	498.43	99.69
1971	2.77	185.2	512.35	102.47
1972	2.85	185.2	526.94	105.39
1973	2.93	185.2	542.30	108.46
1974	3.02	185.2	558.49	111.70
1975	3.12	185.2	575.55	115.11
1976	3.2	185.2	593.54	118.71
1977	3.31	185.2	612.45	122.49
1978	3.41	185.2	632.17	126.43
1979	3.52	185.2	652.51	130.50
1980	3.63	185.2	673.36	134.67
1981	3.75	185.2	694.66	138.93
1982	3.87	185.2	716.41	143.28
1983	3.99	185.2	738.65	147.73
1984	4.11	185.2	761.43	152.29
1985	4.24	185.2	784.77	156.95
1986	4.37	185.2	808.66	161.73
1987	4.5	185.2	833.01	166.60
1988	4.63	185.2	857.75	171.55
1989	4.77	185.2	882.81	176.56
1990	4.64	185.2	858.88	171.78
1991	4.76	185.2	881.88	176.38
1992	4.89	185.2	905.59	181.12

Año	Población	Generación per cápita	Total, de residuos generados	Total, de residuos enviados a SWDS
	(Millones)	(kg.cap.yr)	(Gg)	(Gg)
1993	4.99	185.2	925.14	185.03
1994	5.11	185.2	946.41	189.28
1995	5.26	185.2	974.08	194.82
1996	5.42	185.2	1,004.37	200.87
1997	5.68	185.2	1,051.35	210.27
1998	5.78	185.2	1,071.30	214.26
1999	5.93	185.2	1,098.68	219.74
2000	6.18	185.2	1,144.75	228.95
2001	6.34	185.2	1,174.17	234.83
2002	6.62	185.2	1,226.83	245.37
2003	6.77	185.2	1,253.10	250.62
2004	7	185.2	1,296.40	259.28
2005	7.21	185.2	1,334.66	266.93
2006	7.37	185.2	1,364.44	272.89
2007	7.58	185.2	1,403.47	280.69
2008	7.75	185.2	1,434.97	286.99
2009	7.91	185.2	1,465.48	293.10
2010	8.07	222.65	1,797.21	359.44
2011	8.22	222.65	1,829.91	365.98
2012	8.3	222.65	1,848.75	369.75
2013	8.54	222.65	1,900.47	380.09
2014	8.55	222.65	1,904.31	380.86
2015	8.57	222.65	1,908.14	381.63
2016	8.72	237.25	2,069.06	413.81
2017	8.87	237.25	2,103.54	420.71
2018	9.01	237.25	2,138.15	427.63
2019	9.15	237.25	2,172.82	434.56
2020	9.3	237.25	2,207.46	441.49
2021	9.45	237.25	2,242.18	448.44
2022	9.6	237.25	2,277.06	455.41

Nota: De acuerdo con la recomendación del IPCC, se asume que el 50 % de los residuos son enviados a sitios de eliminación final (SWDS).

Esta integración entre población, generación per cápita y fracción dispuesta en SWDS permite alimentar adecuadamente el modelo FOD, que requiere una serie histórica extensa para estimar la descomposición progresiva de los residuos y el metano generado a lo largo del tiempo.

7.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En la aplicación del modelo de Decaimiento de Primer Orden (FOD), utilizado para estimar las emisiones de metano provenientes de sitios de disposición de residuos sólidos (SWDS), se emplean los factores de emisión y parámetros establecidos en las *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volumen 5 (Waste), Capítulos 3 y 4 (IPCC, 2006c; IPCC, 2006d). Este modelo incorpora como insumo principal la masa de residuos depositados anualmente, junto con parámetros que representan el potencial de generación de metano y la

dinámica de degradación del carbono orgánico presente en los residuos. Para Honduras, y ante la ausencia de estudios nacionales específicos, se aplican los valores por defecto recomendados por el IPCC.

Tabla 7-7. 5.A. Eliminación de residuos sólidos: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Factores considerados en el modelo FOD	GEI	Valor	Unidad
Fracción degradable del carbono orgánico (DOC)	CH ₄	Waste by composition*	-
Fracción degradable del carbono orgánico que descompone (DOCf)	CH ₄	0.5	-
Tasa de decaimiento (k)	CH ₄	Wet temperate*	-
Tiempo de retardo	CH ₄	6	Meses
Fracción de metano (F)	CH ₄	0.5	-
Factores de conversión de C a CH ₄	CH ₄	1.33	-
% de residuos industriales de papel	CH ₄	0 %	%
% de residuos industriales de papel	CH ₄	0 %	%

Nota: *Factores determinados por el IPCC, de acuerdo con la clasificación mencionada.

Además de estos insumos, el modelo incorpora la caracterización de los residuos sólidos. Dado que Honduras no cuenta con estudios específicos que permitan determinar la composición y características de los residuos a nivel nacional, se adoptan los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006, los cuales son adecuados para países con condiciones similares.

7.2.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad. No obstante, el país reconoce las limitaciones actuales en la disponibilidad y consolidación de la información, motivo por el cual se encuentra trabajando en la identificación y caracterización de los sitios de disposición final. Este esfuerzo permitirá avanzar hacia estimaciones más completas y exhaustivas en futuros inventarios.

7.2.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 5.A. Disposición de residuos sólidos muestra una reducción marcada en los niveles de incertidumbre asociados a las emisiones de CH₄ entre 1990 y 2022 (ver Tabla 7-8). En 1990, la

incertidumbre fue estimada en ± 142.75 %, mientras que en 2022 descendió a ± 25.50 %, lo que representa una disminución del 82.14 % en el período analizado. La tendencia observada a lo largo de los años refleja una disminución constante en los valores de incertidumbre; mejora que se debe principalmente a un aumento en la calidad de los datos de actividad y la recopilación de más datos medidos.

Tabla 7-8. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 5.A. Disposición de residuos sólidos.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	5.A.3.	CH ₄	324.23	142.75
1995	5.A.3.	CH ₄	380.88	130.78
2000	5.A.3.	CH ₄	447.01	81.83
2005	5.A.3.	CH ₄	526.93	73.13
2010	5.A.3.	CH ₄	614.45	38.44
2015	5.A.3.	CH ₄	844.05	43.85
2020	5.A.3.	CH ₄	1,018.97	47.09
2022	5.A.3.	CH ₄	1,079.39	25.50

7.2.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Con el objetivo de validar las estimaciones realizadas, el equipo técnico, en conjunto con el equipo de Honduras, llevó a cabo un proceso sistemático de revisión y aseguramiento de la calidad. En primer lugar, se identificó y verificó la coherencia en el manejo de los datos de población entre las distintas categorías, asegurando que todas utilizaran la misma fuente y criterios metodológicos.

Adicionalmente, se realizó un análisis detallado de tendencias para las emisiones y los datos de actividad correspondientes a la serie temporal 1990–2022. Este ejercicio permitió identificar valores atípicos, discontinuidades y alteraciones en la tendencia, los cuales fueron revisados y discutidos con los equipos sectoriales de residuos e industria, considerando los cambios históricos en las emisiones y los reportes previamente elaborados.

Asimismo, se verificó la coherencia temporal de los datos de entrada y la aplicación uniforme del método de cálculo y los procesos de validación para todas las categorías y todos los años de la serie. Esta verificación incluyó la revisión de la consistencia interna de los parámetros del modelo FOD, las fuentes de información y los supuestos utilizados en la construcción del dato de actividad.

Los resultados obtenidos fueron socializados con el equipo sectorial de Honduras, quien validó la documentación interna detallada que respalda cada uno de los insumos del inventario. De igual manera, se revisó la correcta transcripción de los resultados sectoriales en los consolidados nacionales de emisiones y absorciones totales.

Estas actividades se desarrollaron en el marco de los lineamientos de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) establecidos en las Directrices del IPCC de 2006, los cuales enfatizan la importancia de la verificación interna de consistencia, la revisión cruzada de parámetros, la evaluación de la coherencia temporal, la comparación con métodos alternativos cuando aplica y la documentación transparente de todos los supuestos y decisiones metodológicas adoptadas.

7.2.6. Recálculos de la categoría

Para esta categoría se realizó un recálculo de las emisiones a partir del ajuste de la información poblacional. En el BUR2, la población había sido estimada mediante supuestos, mientras que en el presente inventario se utilizan datos oficiales proporcionados por las entidades competentes. Adicionalmente, se completó la serie temporal 1990–2022, considerando que, según las recomendaciones del IPCC para la aplicación del modelo FOD, es necesario disponer de información al menos 20 años previa al primer año de reporte.

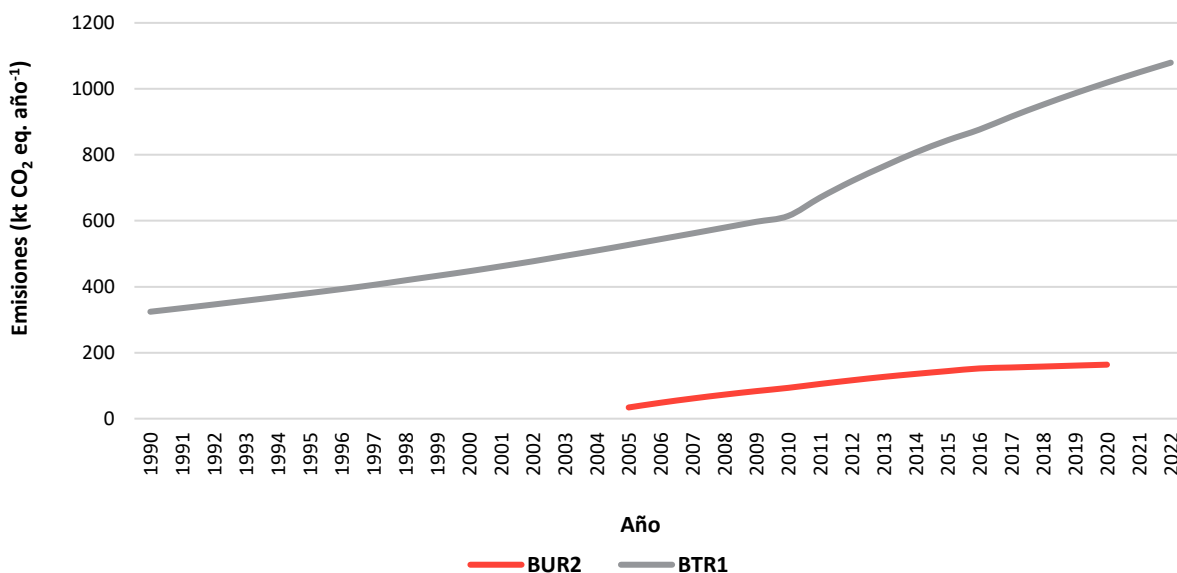


Figura 7-4. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

Es importante señalar que la tendencia de las emisiones se mantiene en aumento. Sin embargo, el ajuste en la generación per cápita de residuos permite observar un incremento marcado en el año 2010, asociado a estudios nacionales específicos que cuentan con sustento bibliográfico. Este comportamiento refleja tanto la mejora en la calidad de los datos como cambios reales en la dinámica de generación de residuos.

7.2.7. Plan de mejora de la categoría

Para mejorar la estimación de la categoría 5.A., es necesario enfocar los esfuerzos en la recopilación y consolidación de información relacionada con la gestión de residuos sólidos en el país. Contar con datos más detallados permitirá identificar y caracterizar los distintos sitios de disposición final, lo que a su vez facilitará una estimación más precisa y exhaustiva de las emisiones de GEI. La siguiente tabla presenta el plan de mejora para esta categoría, el cual se orienta a fortalecer la desagregación de la información sobre la disposición de residuos por tipo de sitio y avanzar en la obtención de datos que permitan lograr la estimación de otras subcategorías.

Tabla 7-9. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
5.A. Eliminación de residuos sólidos	Consolidación de la información	Realizar un diagnóstico integral de los sitios de eliminación de residuos sólidos permitirá identificar sus condiciones técnicas, operativas y de cobertura. Esta información es clave para mejorar la calidad de las estimaciones de emisiones y reducir las incertidumbres en la categoría.	2026 – BTR2.	SERNA DGA
		Aunar esfuerzos para desarrollar un estudio de caracterización de los residuos sólidos generados en el país.	2028 – BTR3.	SERNA DGA

7.2.8. Plan de mejora para subcategorías no estimadas

Dado que esta categoría requiere una mayor desagregación de la información, lo que permitiría estimar las subcategorías actualmente no cuantificadas, se proponen las siguientes actividades para avanzar en su inclusión en futuros inventarios:

Tabla 7-10. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
5.A.1. Eliminación de residuos sólidos en sitios gestionados	Disponibilidad de información.	Identificar la población atendida por los sitios de eliminación gestionados, incluyendo su cobertura territorial y el porcentaje de residuos que efectivamente ingresan a estos sistemas.	2026 – BTR2	SERNA
		Medir de manera sistemática la cantidad de residuos sólidos que ingresan a los sitios de eliminación gestionados, mediante registros de pesaje u otros mecanismos de cuantificación confiables.	2028 – BTR3	DGA
5.A.2. Eliminación de residuos sólidos en sitios no gestionados	Disponibilidad de información.	Identificar la población atendida por los sitios de eliminación no gestionados, incluyendo su cobertura territorial y el porcentaje de residuos que efectivamente ingresan a estos sistemas.	2026 – BTR2	SERNA
		Medir de manera sistemática la cantidad de residuos sólidos que ingresan a los sitios de eliminación no gestionados, mediante registros de pesaje u otros mecanismos de cuantificación confiables.	2028 – BTR3	DGA



7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (CRT 5.B.)

La subcategoría 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos comprende las emisiones generadas por procesos controlados de degradación de residuos biodegradables, como el compostaje y la digestión anaerobia en plantas de biogás, conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC 2006. En estos sistemas, los residuos se transforman mediante procesos aeróbicos o anaeróbicos, generando principalmente CH₄ en condiciones anaerobias y N₂O en tratamientos aeróbicos, mientras que el CO₂ de origen biogénico no se contabiliza como gas de efecto invernadero. Esta categoría incluye las subcategorías 5.B.1. (Compostaje) y 5.B.2. (Digestión anaerobia), que permiten diferenciar las emisiones según el tipo de tratamiento aplicado.

En el caso de Honduras, esta categoría no se estima debido a la falta de información sobre los municipios o instalaciones que realizan este tipo de tratamiento, así como la ausencia de datos sobre las cantidades de residuos sometidos a procesos biológicos controlados. Con el objetivo de lograr estimar dicha categoría, se proponen las siguientes acciones de mejora.

Tabla 7-11. 5.B. Tratamiento biológico de residuos: Plan de mejora para subcategorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
5.B. Tratamiento biológico de residuos	Consolidación de información	Identificar la fracción de la población que trata los residuos sólidos mediante tratamiento biológico.	2026 – BTR2	SERNA
		Medir de manera sistemática la cantidad de residuos sólidos que son tratados biológicamente.	2028 – BTR3	DGA



7.4. Incineración y quema abierta de residuos (CRT 5.C.)

7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría 5.C. Incineración y quema abierta de residuos incluye las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la combustión controlada o no controlada de residuos sólidos, según lo establecido en las Directrices del IPCC 2006 (Volumen 5, Capítulo 5). Esta categoría abarca tanto la incineración en instalaciones formales, donde la combustión se realiza en condiciones controladas, como la quema abierta, que ocurre sin sistemas de control de emisiones ni equipos especializados.

En términos de gases, la incineración controlada produce principalmente CO₂ de origen fósil (proveniente de fracciones como plásticos y caucho), junto con cantidades menores de CH₄ y N₂O en caso de combustión incompleta. La quema abierta, por su parte, genera mayores cantidades de CH₄, N₂O y contaminantes atmosféricos debido a la ausencia de control de temperatura y oxigenación. El CO₂ derivado de fracciones biogénicas no se contabiliza como GEI, según las directrices del IPCC.

La categoría se subdivide en:

- 5.C.1. Incineración de residuos: emisiones procedentes de plantas formales de incineración con control de combustión y eventual recuperación de energía.
- 5.C.2. Quema abierta de residuos: emisiones asociadas a la quema informal o no controlada, ya sea en vertederos, patios, calles o áreas abiertas.

En el caso de Honduras, se estiman las emisiones procedentes de la incineración de residuos sólidos a cielo abierto, correspondiente a la subcategoría 5.C.2., correspondiente a la incineración a cielo abierto de residuos sólidos, muestra una tendencia creciente y sostenida en sus emisiones de GEI a lo largo del periodo 1990–2022. En el último año inventariado, 2022, las emisiones alcanzaron 303.70 kt CO₂ eq, lo que representa aproximadamente el 11.84% del total del sector Residuos. Desde 1990, cuando esta subcategoría aportaba cerca del 11.84% del total, su participación ha aumentado progresivamente debido al crecimiento poblacional, el incremento en la generación de residuos y la persistencia de prácticas informales de quema en ausencia de sistemas adecuados de recolección y disposición final.

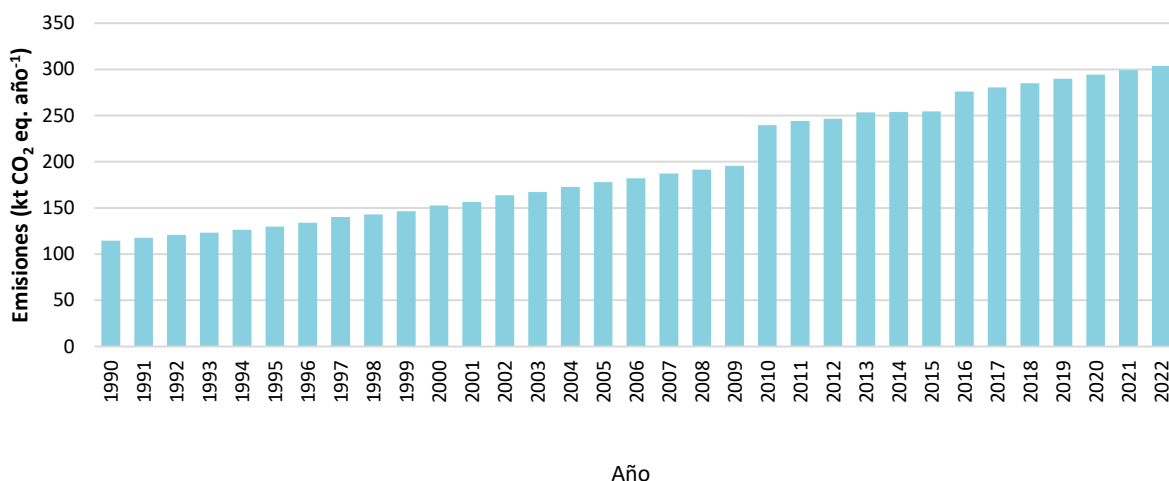
Tabla 7-12. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.C.2. Incineración e incineración abierta de residuos	114.55	129.91	152.68	178.01	239.70	254.49	294.41	299.04	303.70
Total	114.55	129.91	152.68	178.01	239.70	254.49	294.41	299.04	303.70

Las emisiones estimadas para 2022 reflejan principalmente tres impulsores: el aumento en la cantidad de residuos generados por persona, la limitada cobertura de servicios municipales de gestión de residuos y el incremento en la fracción fósil de los residuos, particularmente plásticos, que contribuyen a mayores emisiones de CO₂ en la combustión. De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la quema abierta genera emisiones compuestas mayoritariamente por CO₂ de fracción fósil, seguido por CH₄ y N₂O como resultado de combustión incompleta. Esta estructura se mantiene en el caso de Honduras, dado que se emplean factores de emisión por defecto.

La variación entre 1990 y 2022 muestra un incremento del 165.12 % en las emisiones de esta subcategoría, pasando de 114.55 kt CO₂ eq a 303.70 kt CO₂ eq, impulsado principalmente por el aumento poblacional, la mayor generación per cápita de residuos y la expansión urbana sin una

ampliación equivalente de la infraestructura de gestión de residuos. En comparación con el inventario anterior, las emisiones pasaron de 299.04 kt CO₂ eq en 2021 a 303.70 kt CO₂ eq en 2022, lo que representa un incremento del 1.56%, consistente con la tendencia histórica y sin cambios metodológicos relevantes.



■ 5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos sólidos

Figura 7-5. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

En términos de fluctuaciones interanuales, la serie presenta un comportamiento estable y prácticamente lineal, con aumentos regulares asociados al crecimiento poblacional. Únicamente destacan incrementos puntuales, como el observado en 2010, vinculado a un ajuste en la generación per cápita de residuos aplicado en varias categorías del sector, y el incremento registrado entre 1996 y 1997, coherente con un aumento acelerado de la población. En general, la tendencia muestra que las emisiones seguirán aumentando en la medida en que persistan las prácticas de quema abierta y no se implementen alternativas de gestión que limiten esta actividad.

7.4.2. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones derivadas de la incineración a cielo abierto de residuos, Honduras aplica el enfoque de Nivel 1 de las Directrices del IPCC 2006, el cual se basa en ecuaciones simplificadas y factores de emisión por defecto. Bajo este nivel metodológico, las

emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O se calculan utilizando como dato de actividad la generación total de residuos sólidos municipales, aplicando las ecuaciones correspondientes del IPCC: para CO₂, la ecuación 5.2 basada en la fracción de carbono fósil presente en los residuos, y para CH₄ y N₂O, las ecuaciones (5.4 y 5.5, respectivamente) que multiplican la cantidad total de residuos quemados por los factores de emisión específicos para cada gas. En este método, el CO₂ se cuantifica únicamente a partir de la fracción fósil, mientras que los factores de emisión de CH₄ y N₂O capturan la combustión incompleta típica de la quema informal.

Tabla 7-13. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: aspectos metodológicos.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	2	Ecuación 5.2. Estimación de las emisiones de CO ₂ basada en la composición de los desechos sólidos municipales. Volumen 5. Capítulo 5. IPCC 2006. Ecuación 5.4. Estimación de las emisiones de metano basada en la cantidad de desechos quemados Volumen 5. Capítulo 5. IPCC 2006. Ecuación 5.5. Estimación de las emisiones de N ₂ O basada en la entrada de desechos a los incinerados. Volumen 5. Capítulo 5. IPCC 2006.	Se realiza la proyección de los datos 1970 - 1989	El INE provee la información relacionada con la población.

7.4.2.1. Datos de actividad de la categoría

La estimación de las emisiones de la subcategoría 5.C.2. (Incineración a cielo abierto de residuos sólidos) se realiza a partir de la población nacional, debido a la ausencia de datos sistemáticos y continuos sobre la cantidad de residuos generados y los tipos de tratamiento o disposición aplicados. La serie poblacional proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) permite reconstruir de manera consistente la generación histórica de residuos sólidos municipales. Con esta información, se estima la generación anual de residuos aplicando factores de generación per cápita consolidados por la DNCC mediante una revisión bibliográfica. A partir de estos valores se calcula el total anual de residuos generados y, siguiendo supuestos basados en prácticas comunes de manejo informal en el país, se asume que el 45 % de los residuos generados son incinerados a cielo abierto. Este porcentaje constituye el dato de actividad para la aplicación del método de Nivel 1 del IPCC en la estimación de emisiones.

Tabla 7-14. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: datos de actividad por fuente de GEI.

Año	Población	Generación per cápita	Total, de residuos generados	Total, de residuos incinerados (Gg)
	(Millones)	(kg.cap.yr)	(Gg)	
1990	4.64	185.2	858.88	360.73
1991	4.76	185.2	881.88	370.39
1992	4.89	185.2	905.59	380.35
1993	4.99	185.2	925.14	388.56
1994	5.11	185.2	946.41	397.49
1995	5.26	185.2	974.08	409.12
1996	5.42	185.2	1,004.37	421.84
1997	5.68	185.2	1,051.35	441.57
1998	5.78	185.2	1,071.30	449.94
1999	5.93	185.2	1,098.68	461.44
2000	6.18	185.2	1,144.75	480.80
2001	6.34	185.2	1,174.17	493.15
2002	6.62	185.2	1,226.83	515.27
2003	6.77	185.2	1,253.10	526.30
2004	7.00	185.2	1,296.40	544.49
2005	7.21	185.2	1,334.66	560.56
2006	7.37	185.2	1,364.44	573.06
2007	7.58	185.2	1,403.47	589.46
2008	7.75	185.2	1,434.97	602.69
2009	7.91	185.2	1,465.48	615.50
2010	8.07	222.65	1,797.21	754.83
2011	8.22	222.65	1,829.91	768.56
2012	8.3	222.65	1,848.75	776.48
2013	8.54	222.65	1,900.47	798.20
2014	8.55	222.65	1,904.31	799.81
2015	8.57	222.65	1,908.14	801.42
2016	8.72	237.25	2,069.06	869.01
2017	8.87	237.25	2,103.54	883.49
2018	9.01	237.25	2,138.15	898.02
2019	9.15	237.25	2,172.82	912.58
2020	9.3	237.25	2,207.46	927.13
2021	9.45	237.25	2,242.18	941.72
2022	9.6	237.25	2,277.06	956.37

Nota: De acuerdo con la recomendación del IPCC, se asume que el 42 % son incinerados.

7.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones derivadas de la incineración a cielo abierto de residuos se basan en los valores por defecto establecidos en las Directrices del IPCC (2006), los cuales representan las características típicas de la combustión incompleta e

ineficiente que ocurre en la quema informal. Dado que la estimación de las emisiones de CO₂ depende de la composición de los residuos incinerados, se consideran las características específicas de cada fracción, tal como se presenta en la Tabla 7-15.

Tabla 7-15. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: factores de emisión para CO₂.

Factores	Alimentos	Jardines y parques	Papel	Madera	Textiles	Pañales	Plásticos inertes
Fracción de tipo/material de desechos del componente j en los DSM (WF %)	58 %	1 %	17 %	0,33 %	3 %	0 %	20 %
Contenido de materia seca (dm %)	40 %	40 %	90 %	40 %	80 %	40 %	100 %
Fracción de carbono (CF %)	38 %	49 %	46 %	50 %	50 %	70 %	75 %
Fracción de carbono fósil (FCF %)	0,00 %	0 %	1 %	0 %	20 %	10 %	100 %

Además de los parámetros específicos para CO₂, las Directrices también establecen factores por defecto para CH₄ y N₂O, gases generados por la combustión incompleta típica de la quema abierta. Estos factores se aplican por tonelada de residuo quemado y no requieren diferenciación por componente, pues reflejan emisiones promedio bajo condiciones de baja eficiencia de combustión.

Tabla 7-16. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: factores de emisión aplicados por fuente de GEI.

Fuente de GEI	GEI	Valor	Unidad
Factor de oxidación	CO ₂	58 %	Porcentaje
Incineración abierta de residuos	CH ₄	6,500	g de CH ₄ /tonelada de peso húmedo de DSM
	N ₂ O	150	g de N ₂ O. tonelada de peso húmedo de DSM

Nota: DSM: Residuos sólidos municipales

Estos factores reflejan que, en condiciones de quema no controlada, la humedad del material, la falta de oxígeno y la heterogeneidad de los residuos favorecen la combustión incompleta.

7.4.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para la estimación de las emisiones de esta categoría no se aplica ninguna flexibilidad.

7.4.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de residuos presenta una disminución notable en los niveles de incertidumbre durante el periodo 1990–2022. En 1990, la incertidumbre agregada para todos los GEI fue de ± 139.35 %, mientras que en 2022 descendió a ± 22.06 % (ver Tabla 7-17), lo que representa una reducción del 84.17 %, una de las más significativas dentro del sector Residuos.

Al analizar los gases individualmente, se observan reducciones consistentes, pero con magnitudes diferenciadas. En el caso de CH_4 , la incertidumbre pasó de ± 162.01 % en 1990 a ± 46.04 % en 2022, mientras que para CO_2 la disminución fue aún más marcada, descendiendo de ± 209.01 % a ± 25.08 % en el mismo periodo. Para N_2O , la incertidumbre pasó de ± 190.01 % en 1990 a ± 30.07 % en 2022. Estas reducciones indican una mejora transversal en la precisión de las estimaciones de todos los gases analizados, coherente con el fortalecimiento de las bases de datos y la adopción de metodologías más robustas.

Tabla 7-17. Resultados de incertidumbre para la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de residuos.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO_2 eq)	Incertidumbre $\pm$ (%)
1990	Total 5.C.2.	Agregado	114.55	139.35
1995	Total 5.C.2.	Agregado	129.91	108.02
2000	Total 5.C.2.	Agregado	152.68	85.53
2005	Total 5.C.2.	Agregado	178.01	67.47
2010	Total 5.C.2.	Agregado	239.70	44.58
2015	Total 5.C.2.	Agregado	254.49	25.51
2020	Total 5.C.2.	Agregado	294.41	38.62
2022	Total 5.C.2.	Agregado	303.70	22.06
1990	5.C.2.	CH_4	39.39	162.01
1995	5.C.2.	CH_4	44.68	171.01
2000	5.C.2.	CH_4	52.50	122.02
2005	5.C.2.	CH_4	61.21	103.0
2010	5.C.2.	CH_4	82.43	47.04
2015	5.C.2.	CH_4	87.52	37.05
2020	5.C.2.	CH_4	101.24	52.04
2022	5.C.2.	CH_4	104.44	46.04
1990	5.C.2.	CO_2	69.83	209.01
1995	5.C.2.	CO_2	79.20	148.01
2000	5.C.2.	CO_2	93.08	122.02
2005	5.C.2.	CO_2	108.52	94.02
2010	5.C.2.	CO_2	146.13	68.03
2015	5.C.2.	CO_2	155.15	36.06
2020	5.C.2.	CO_2	179.49	56.04
2022	5.C.2.	CO_2	185.15	25.08

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incertidumbre ±(%)
1990	5.C.2.	N ₂ O	5.32	190.01
1995	5.C.2.	N ₂ O	6.04	177.01
2000	5.C.2.	N ₂ O	7.10	101.02
2005	5.C.2.	N ₂ O	8.27	74.03
2010	5.C.2.	N ₂ O	11.14	52.04
2015	5.C.2.	N ₂ O	11.83	49.04
2020	5.C.2.	N ₂ O	13.68	43.05
2022	5.C.2.	N ₂ O	14.11	30.07

7.4.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Con el propósito de confirmar la validez de las estimaciones realizadas, el equipo técnico, en coordinación con el equipo nacional de Honduras, desarrolló un proceso estructurado de revisión de los cálculos del inventario. Dentro de estas actividades se verificó que la información poblacional utilizada en las distintas categorías fuera coherente, empleando una única fuente y criterios uniformes a lo largo de toda la serie temporal.

También se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las tendencias de las emisiones y de los datos de actividad para el periodo 1990–2022. Este ejercicio permitió identificar valores anómalos, fluctuaciones inusuales y cambios en los patrones de las emisiones, los cuales fueron analizados conjuntamente con los equipos sectoriales de residuos e industria, considerando tanto la evolución histórica como la concordancia con inventarios previos.

Asimismo, se evaluó la consistencia temporal de los datos de entrada y la aplicación homogénea del método de cálculo y de los procedimientos de verificación para cada categoría durante todos los años analizados. Esta revisión incluyó la comprobación de parámetros, factores y supuestos utilizados, con el fin de garantizar la coherencia metodológica y la adecuada trazabilidad del inventario.

Los resultados generados se presentaron al equipo sectorial de Honduras, quien revisó y validó la documentación técnica interna que respalda los datos incluidos en el inventario. Adicionalmente, se verificó la coherencia entre los resultados sectoriales y los consolidados nacionales de emisiones y absorciones, asegurando que la información final estuviera correctamente integrada.

Todas estas acciones se llevaron a cabo conforme a las recomendaciones de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) establecidas en las Directrices del IPCC (2006), que contemplan la verificación de la consistencia interna, la revisión cruzada de datos y parámetros, el análisis de coherencia temporal, la comparación con métodos alternativos cuando es pertinente y la documentación clara de los supuestos y decisiones metodológicas empleadas.

7.4.6. Recálculos de la categoría

Con el objetivo de armonizar la información utilizada en el inventario, se realizó el recálculo de esta subcategoría a partir de los datos oficiales de población y de los valores de generación per cápita definidos para todo el sector. Con base en esta información, y siguiendo los supuestos establecidos, se considera que el 45 % de los residuos generados son incinerados a cielo abierto. Este enfoque permitió reconstruir de manera coherente toda la serie temporal correspondiente al período 1990–2022.

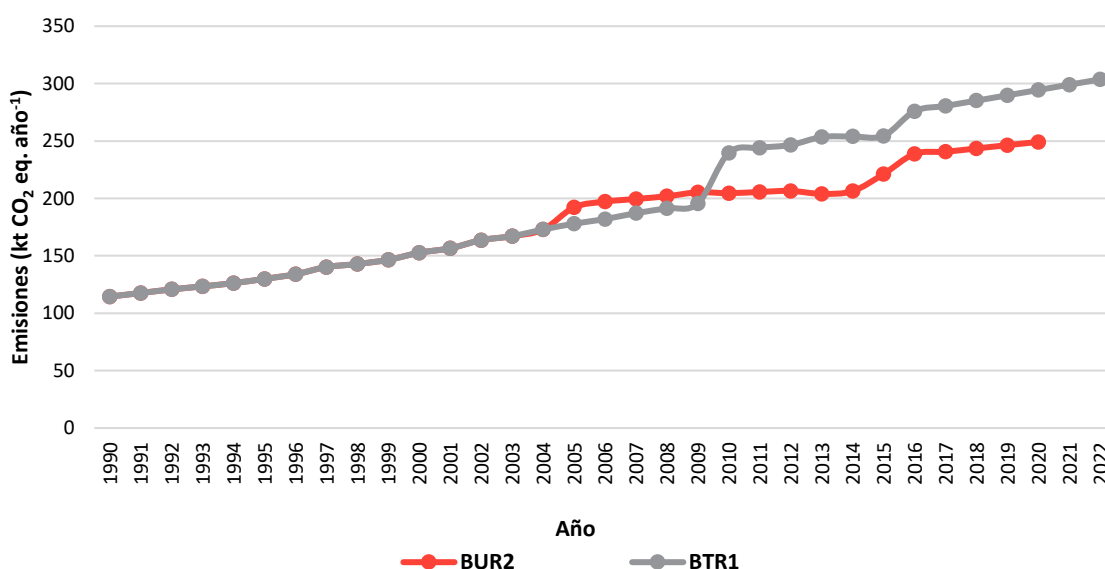


Figura 7-8. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

La gráfica muestra que las emisiones recalculadas en el BTR1 para la subcategoría 5.C.2. son sistemáticamente más altas que las reportadas en el BUR2, debido a mejoras en los datos de población, factores de generación y el porcentaje de residuos incinerados informalmente.

7.4.7. Plan de mejora de la categoría

Para fortalecer la calidad, exhaustividad y coherencia de las estimaciones de emisiones en la subcategoría 5.C.2. (Incineración a cielo abierto de residuos sólidos), se ha identificado la necesidad de mejorar significativamente la información disponible sobre esta práctica en el país. Actualmente, la ausencia de datos directos sobre la cantidad de residuos quemados y las condiciones en que ocurre este proceso limita la precisión de los cálculos y obliga al uso de supuestos generales. En este sentido, el siguiente plan de mejora establece acciones prioritarias orientadas a consolidar datos de actividad más robustos, desarrollar instrumentos de recolección de información y avanzar hacia una mayor representatividad en las estimaciones futuras.

Tabla 7-18. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos sólidos	Consolidación de la información	Realizar estudios que permitan identificar y cuantificar la fracción de residuos que es incinerada a cielo abierto.	2028 – BTR3.	SERNA DGA
		Identificar instrumentos que permitan determinar la fracción y/o la cantidad de residuos que son incinerados a cielo abierto.	2028 – BTR3.	SERNA DGA

7.4.8. Plan de mejora para subcategorías no estimadas

Con el fin de avanzar hacia una mayor exhaustividad y precisión en la estimación de emisiones del sector Residuos, se ha identificado la necesidad de fortalecer la información disponible sobre las categorías actualmente no estimadas, entre ellas la subcategoría 5.C.1 de incineración controlada. La falta de datos sobre la cantidad de residuos tratados mediante este método, su composición y las condiciones operativas ha limitado su inclusión en el inventario nacional. En este contexto, el siguiente plan de mejora define las acciones necesarias para generar la información base que permitirá estimar esta fuente en futuras actualizaciones del inventario, contribuyendo a un sistema de reporte más robusto y alineado con las directrices del IPCC.

Tabla 7-19. 5.C. Incineración y quema abierta de residuos: Plan de mejora propuesto categorías no estimadas.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables

5.C.1. Incineración de residuos	Disponibilidad de información.	Identificar la cantidad, el tipo de residuos y los mecanismos mediante los cuales se realiza la incineración controlada como método de disposición final.	2028 – BTR3	SERNA DGA



7.5. Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT 5.D.)

7.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría comprende las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el manejo, tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas e industriales. Según las Directrices del IPCC 2006 (Volumen 5, Capítulo 6), incluye las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) producidas tanto en sistemas centralizados como descentralizados donde se gestionan aguas residuales o excretas humanas. El CH_4 se genera principalmente en condiciones anaerobias, típicas de fosas y tanques sépticos, lagunas anaerobias, sistemas de alcantarillado con sedimentación y otros mecanismos en los cuales la degradación de la materia orgánica ocurre sin oxígeno. Por su parte, el N_2O se produce en procesos aeróbicos y anóxicos asociados al tratamiento y manejo del nitrógeno, ya sea en plantas de tratamiento de aguas residuales o en descargas directas al ambiente.

La categoría se desagrega en dos subcategorías: 5.D.1. Aguas residuales domésticas, que abarca las emisiones generadas por hogares, asentamientos humanos y establecimientos que producen aguas residuales de tipo doméstico; y 5.D.2. Aguas residuales industriales, que comprende las emisiones asociadas a efluentes provenientes de sectores productivos con altas cargas orgánicas o nitrogenadas, tratados en sistemas propios o municipales.

En Honduras, el tratamiento de aguas residuales aún se encuentra en proceso de consolidación. La mayoría de la población carece de sistemas formales de tratamiento, por lo que los

vertimientos suelen manejarse mediante letrinas, pozos sépticos o descargas directas al suelo o cuerpos de agua (Siegmann et al., 2023). Como resultado, las emisiones estimadas en esta categoría provienen principalmente de los sistemas anaeróbicos predominantes en el país. En promedio histórico, la categoría 5.D. aporta alrededor del 51.49 % de las emisiones del sector Residuos, con una emisión media de 862.84 kt CO₂ eq, constituyéndose en la mayor fuente del sector.

En el año 2022, la categoría alcanzó 1,182.98 kt CO₂ eq, equivalente al 46.10% del total del sector, consolidándose como la principal fuente de emisiones del sector Residuos. Aunque su participación porcentual ha disminuido ligeramente respecto a 1990 (cuando representaba aproximadamente el 54.53%), la tendencia general sigue siendo de crecimiento sostenido. En 2022, la subcategoría 5.D.1. Aguas residuales domésticas aportó 812.44 kt CO₂ eq (68.68% de la categoría), impulsada por el aumento de la población, la mayor generación de aguas residuales per cápita y el uso extendido de sistemas anaeróbicos. La subcategoría 5.D.2. Aguas residuales industriales generó 370.54 kt CO₂ eq (31.32%), con variaciones influenciadas por la actividad de sectores como alimentos y bebidas, lácteos, agroindustria y procesamiento de azúcar.

Entre 1990 y 2022, las emisiones de la categoría aumentaron en 124.84%, pasando de 526.14 a 1,182.98 kt CO₂ eq. El crecimiento ha sido impulsado por factores estructurales como la expansión urbana, el incremento del consumo de agua y proteínas, y la intensificación de actividades industriales generadoras de efluentes con alta carga orgánica.

Tabla 7-20. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	376.71	425.47	502.62	613.14	679.07	720.56	784.02	799.26	812.44
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales industriales	149.43	152.15	216.90	228.46	283.38	349.79	369.15	376.46	370.54
Total 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	526.14	577.62	719.52	841.61	962.45	1,070.35	1,153.17	1,175.72	1,182.98

La evolución temporal muestra una tendencia ascendente constante, con incrementos suaves pero continuos a lo largo de las tres décadas evaluadas. No se observan disminuciones abruptas

en ningún año, aunque sí una leve estabilización en el periodo 2021–2022, atribuida a menores variaciones en el crecimiento industrial y ajustes metodológicos en el consumo de proteínas y las cargas contaminantes utilizadas para el cálculo. En conjunto, la categoría 5.D. mantiene un comportamiento estable y coherente con los patrones demográficos y productivos del país.

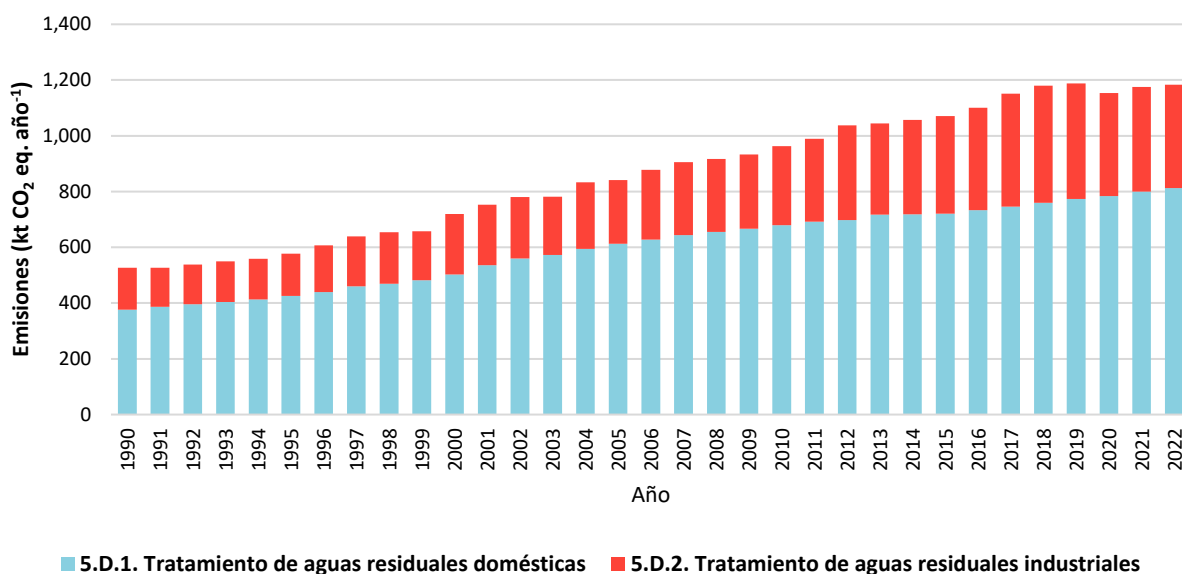


Figura 7-6. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq.año⁻¹).

En síntesis, el tratamiento y eliminación de aguas residuales sigue siendo la mayor fuente de GEI dentro del sector Residuos en Honduras, impulsada por el crecimiento de la población, los patrones de consumo, la expansión económica y la limitada cobertura de sistemas avanzados de tratamiento, factores que condicionan tanto la magnitud como la tendencia de las emisiones reportadas.

7.5.2. Aspectos metodológicos de la categoría

La estimación de emisiones de la categoría 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales, bajo la metodología de Nivel 1 de las Directrices del IPCC 2006, se basa en ecuaciones simplificadas y en el uso de factores de emisión por defecto, lo que permite obtener resultados consistentes incluso en contextos con información limitada. Para las aguas residuales domésticas

(5.D.1.), las emisiones de CH₄ se calculan a partir de la carga orgánica expresada como DBO per cápita, considerando factores de corrección por tipo de sistema (MCF) y la capacidad máxima de producción de metano (Bo). En el caso de las aguas residuales industriales (5.D.2.), el CH₄ se estima utilizando la carga orgánica asociada a la producción de sectores con altas descargas, de acuerdo con valores por defecto del IPCC. Asimismo, el N₂O se calcula en función del consumo de proteínas de la población, aplicando factores estándar que convierten el nitrógeno excretado en emisiones. Esta metodología utiliza como datos principales la población, el consumo de proteínas y la actividad industrial, junto con parámetros por defecto para Bo, MCF, DBO per cápita y factores de emisión, permitiendo una cuantificación coherente y comparable de las emisiones del subsector.

Tabla 7-21. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: aspectos metodológicos.

Categoría	Subcategoría	GEI	Nivel	Ecuación	Proyección y regresiones de datos de entrada	Comentarios
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	CH ₄	1	Ecuación 6.1. Emisiones totales de CH ₄ procedentes de las aguas residuales domésticas Volumen 5. Capítulo 6. IPCC 2006.	Para esta categoría además de la población. Se realiza la regresión del dato relacionado con el Consumo proteína (kg. Persona. año) para el periodo 1990 – 1999.	La fuente de la información del consumo de proteína es FAOSTAT.
	5.D.2. Tratamiento de aguas residuales industriales	CH ₄	1	Ecuación 6.4. Emisiones totales de CH ₄ procedentes de las aguas residuales industriales. Volumen 5. Capítulo 6. IPCC 2006.		El Banco Central de Honduras suministra los datos de producción de Aguardiente y licor compuesto, Cerveza, Harina de trigo, leche pasteurizada, café azúcar y aceite vegetal para 1990-2022.

7.5.2.1. Datos de actividad de la categoría

Para esta categoría, los datos de actividad se determinan de acuerdo con cada subcategoría. En el caso de 5.D.1. (aguas residuales domésticas), la población nacional constituye el insumo principal para estimar la carga de materia orgánica generada, utilizando valores predeterminados de DBO per cápita establecidos por el IPCC. A partir de esta carga se calculan las emisiones de CH₄. Para el N₂O, las emisiones también se estiman en función de la población y del consumo anual per cápita de proteínas, información obtenida de la plataforma FAOSTAT. Con estos datos, y aplicando los factores de conversión y las relaciones establecidas en las Directrices del IPCC

2006, se calcula la cantidad anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales. En consecuencia, los datos de actividad utilizados para la subcategoría 5.D.1. en este inventario se presentan en la Tabla 7-22.

Tabla 7-22. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: datos de actividad por fuente de GEI.

Año	Población (Cap)	CH ₄		N ₂ O	
		DBO (g DBO.cap.día)	TOW (kg BOD.año)	Consumo per cápita anual de proteína (kg.persona.año)	Total, anual de nitrógeno (kg N.año)
1990	4,637,565.00	50.00	84,635,561.25	7.84	8,000,962.35
1991	4,761,761.20	50.00	86,902,141.93	7.59	7,956,340.90
1992	4,889,784.00	50.00	89,238,558.00	7.38	7,937,218.65
1993	4,995,383.00	50.00	91,165,739.75	7.21	7,928,826.69
1994	5,110,182.72	50.00	93,260,834.68	7.12	8,005,818.81
1995	5,259,634.75	50.00	95,988,334.24	7.11	8,223,925.65
1996	5,423,190.47	50.00	98,973,226.05	7.17	8,559,985.66
1997	5,676,859.00	50.00	103,602,676.75	7.32	9,137,108.42
1998	5,784,532.00	50.00	105,567,709.00	7.52	9,566,189.91
1999	5,932,375.00	50.00	108,265,843.75	7.76	10,123,374.59
2000	6,181,160.51	50.00	112,806,179.30	8.03	10,919,638.16
2001	6,340,009.00	50.00	115,705,164.25	8.14	11,352,990.72
2002	6,624,326.25	50.00	120,893,954.12	8.29	12,074,888.14
2003	6,766,186.42	50.00	123,482,902.19	8.65	12,876,797.04
2004	7,000,010.87	50.00	127,750,198.37	9.02	13,883,891.56
2005	7,206,591.45	50.00	131,520,293.90	9.49	15,045,921.62
2006	7,367,370.89	50.00	134,454,518.78	9.75	15,795,716.87
2007	7,578,141.42	50.00	138,301,080.89	9.34	15,578,233.75
2008	7,748,229.88	50.00	141,405,195.39	8.50	14,496,860.63
2009	7,912,982.40	50.00	144,411,928.75	7.77	13,534,285.96
2010	8,071,886.82	50.00	147,311,934.50	7.41	13,157,901.99
2011	8,218,755.24	50.00	149,992,283.10	7.41	13,397,310.73
2012	8,303,399.25	50.00	151,537,036.40	7.19	13,135,230.32
2013	8,535,691.64	50.00	155,776,372.35	7.19	13,502,695.96
2014	8,552,922.32	50.00	156,090,832.30	7.19	13,529,953.34
2015	8,570,154.00	50.00	156,405,310.50	7.30	13,763,667.32
2016	8,721,014.00	50.00	159,158,505.50	7.33	14,054,969.30
2017	8,866,351.00	50.00	161,810,905.75	7.38	14,388,872.98
2018	9,012,229.00	50.00	164,473,179.25	7.77	15,407,189.54
2019	9,158,345.00	50.00	167,139,796.25	8.07	16,252,673.79
2020	9,304,380.00	50.00	169,804,935.00	7.71	15,772,161.58
2021	9,450,711.00	50.00	172,475,475.75	8.38	17,417,014.49
2022	9,597,739.00	50.00	175,158,736.75	8.55	18,047,882.44

Nota: TOW: Total de materia orgánica en las aguas residuales

En el caso de la subcategoría 5.D.2., los datos de actividad provienen del Banco Central de Honduras y corresponden a la producción industrial para cada uno de los grupos industriales identificados, tal y como se puede observar en la Tabla 7-23.

Tabla 7-23. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por fuente de GEI (t.año).

Año	Cerveza	Aguardiente	Café	Azúcar	Harina de Trigo	Leche pasteurizada	Aceite
1990	72,275.39	6,757.00	268,316.16	401,544.90	138,461.71	0.06	56.11
1991	67,066.42	8,250.00	228,233.60	385,263.80	166,894.81	0.05	52.55
1992	72,222.51	7,308.00	250,118.40	393,867.70	160,474.08	0.06	55.35
1993	83,552.14	6,971.00	247,477.44	383,907.30	175,902.03	0.07	63.84
1994	77,305.85	6,751.00	282,647.68	347,418.10	175,354.10	0.06	55.75
1995	83,841.72	7,507.00	296,576.00	406,003.90	166,407.86	0.07	54.35
1996	84,324.36	7,082.00	333,379.20	500,665.40	167,288.04	0.07	50.14
1997	104,299.99	7,298.00	364,353.92	531,115.10	174,147.44	0.08	59.56
1998	99,147.81	7,864.00	387,009.28	544,545.90	177,004.67	0.08	60.27
1999	96,298.81	7,920.00	352,596.16	489,274.00	184,352.17	0.08	58.55
2000	93,560.40	6,544.00	429,357.76	730,480.00	192,649.30	0.08	101.25
2001	89,830.72	7,589.00	403,257.79	761,020.00	191,215.64	0.08	118.46
2002	94,596.79	11,137.00	419,178.68	721,970.00	197,674.09	0.08	128.85
2003	92,413.56	12,445.00	392,717.12	658,830.00	192,317.90	0.08	139.24
2004	92,481.69	12,799.00	455,863.04	814,140.00	203,075.04	0.09	144.75
2005	98,756.02	12,402.00	366,944.91	781,700.00	215,901.63	0.11	160.63
2006	101,306.20	14,178.00	451,197.82	850,760.00	219,463.00	0.11	163.06
2007	103,997.28	13,203.00	513,723.43	850,190.00	231,038.50	0.12	137.10
2008	104,675.46	13,883.00	523,752.15	834,010.00	232,347.50	0.11	160.82
2009	89,931.86	14,319.00	503,118.50	853,120.00	249,426.10	0.11	156.55
2010	83,821.85	15,115.00	531,163.11	954,280.00	252,121.10	0.11	161.84
2011	91,215.83	18,628.00	618,145.13	940,960.00	255,555.30	0.12	183.88
2012	90,920.21	18,723.00	774,629.81	1,065,700.00	279,009.50	0.12	233.55
2013	97,106.88	18,555.00	618,821.64	1,108,420.00	283,860.50	0.13	232.39
2014	104,444.43	19,502.00	621,848.87	1,148,890.00	295,210.30	0.14	233.79
2015	130,578.70	19,561.00	730,064.15	1,120,330.00	295,695.40	0.14	236.23
2016	144,961.73	17,754.00	798,565.77	1,133,200.00	321,975.50	0.15	255.63
2017	153,893.42	16,743.00	1,040,480.00	1,160,730.00	336,012.60	0.14	268.57
2018	169,183.18	18,435.00	1,055,640.00	1,203,780.00	352,328.90	0.15	274.47
2019	178,875.38	17,725.00	1,037,350.00	1,188,440.00	348,733.00	0.15	283.90
2020	160,136.87	13,066.00	850,160.00	1,080,690.00	337,575.70	0.17	280.72
2021	213,833.09	21,992.00	920,630.00	979,030.00	335,227.20	0.17	295.08
2022	212,052.64	21,151.00	727,770.00	1,167,490.00	322,676.20	0.17	293.92

Esta producción se multiplica por la constante de aguas residuales generadas y el requerimiento químicos de oxígeno definido para cada uno de los grupos industriales, estos valores son tomados de valores predeterminados por el IPCC y el caso del café corresponden a valores bibliográficos, a continuación, se presentan los valores que son utilizados.

Tabla 7-24. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por sector industrial.

Sector industrial	Aguas residuales generadas – Wi (m ³ .t producción)	Requerimiento químico de oxígeno – CODi (kg COD.m ³)
Cerveza	6.3	2.9
Aguardiente y licor compuesto	24	11
Café	4	9
Azúcar	11	3.2
Aceite y manteca vegetal	3.1	80
Harina de trigo	9	10
Lecha pasteurizada	7	2.7

Con esta información se estima el total de la materia degradable de manera orgánica para cada grupo industrial.

Tabla 7-25. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: datos de actividad por fuente de GEI (kg COD.año).

Año	Cerveza	Aguardiente	Café	Azúcar	Harina de Trigo	Leche pasteurizada	Aceite	Total
1990	1,320,471.36	1,783,848.00	9,659,381.76	14,134,380.48	12,461,553.90	1.15	13,915.39	39,373,552.04
1991	1,225,303.53	2,178,000.00	8,216,409.60	13,561,285.76	15,020,532.45	0.99	13,032.23	40,214,564.56
1992	1,319,505.28	1,929,312.00	9,004,262.40	13,864,143.04	14,442,667.47	1.16	13,726.18	40,573,617.53
1993	1,526,497.56	1,840,344.00	8,909,187.84	13,513,536.96	15,831,183.06	1.36	15,832.79	41,636,583.58
1994	1,412,377.87	1,782,264.00	10,175,316.48	12,229,117.12	15,781,869.18	1.20	13,824.84	41,394,770.68
1995	1,531,788.27	1,981,848.00	10,676,736.00	14,291,337.28	14,976,707.13	1.31	13,479.60	43,471,897.59
1996	1,540,606.11	1,869,648.00	12,001,651.20	17,623,422.08	15,055,923.96	0.00	12,435.13	48,103,686.48
1997	1,905,560.89	1,926,672.00	13,116,741.12	18,695,251.52	15,673,269.15	1.53	14,770.99	51,332,267.20
1998	1,811,430.46	2,076,096.00	13,932,334.08	19,168,015.68	15,930,420.66	1.54	14,946.25	52,933,244.67
1999	1,759,379.28	2,090,880.00	12,693,461.76	17,222,444.80	16,591,695.12	1.55	14,519.69	50,372,382.20
2000	1,709,348.51	1,727,616.00	15,456,879.33	25,712,896.00	17,338,437.27	1.59	25,109.11	61,970,287.81
2001	1,641,207.27	2,003,496.00	14,517,280.45	26,787,904.00	17,209,407.60	1.58	29,378.79	62,188,675.69
2002	1,728,283.43	2,940,168.00	15,090,432.38	25,413,344.00	17,790,668.28	1.57	31,954.36	62,994,852.02
2003	1,688,395.68	3,285,480.00	14,137,816.40	23,190,816.00	17,308,610.55	1.60	34,531.06	59,645,651.28
2004	1,689,640.55	3,378,936.00	16,411,069.51	28,657,728.00	18,276,753.93	1.77	35,898.01	68,450,027.78
2005	1,804,272.45	3,274,128.00	13,210,016.69	27,515,840.00	19,431,146.82	2.03	39,835.77	65,275,241.77
2006	1,850,864.36	3,742,992.00	16,243,121.35	29,946,752.00	19,751,669.87	2.16	40,437.99	71,575,839.72
2007	1,900,030.29	3,485,592.00	18,494,043.56	29,926,688.00	20,793,465.00	2.23	34,000.76	74,633,821.84
2008	1,912,420.65	3,665,112.00	18,855,077.23	29,357,152.00	20,911,275.00	2.16	39,882.44	74,740,921.49
2009	1,643,055.13	3,780,216.00	18,112,266.14	30,029,824.00	22,448,349.00	2.10	38,824.55	76,052,536.92
2010	1,531,425.18	3,990,360.00	19,121,872.04	33,590,656.00	22,690,899.00	2.10	40,136.96	80,965,351.28
2011	1,666,513.17	4,917,792.00	22,253,224.52	33,121,792.00	22,999,977.00	2.27	45,603.46	85,004,904.43
2012	1,661,112.25	4,942,872.00	27,886,673.28	37,512,640.00	25,110,855.00	2.33	57,921.57	97,172,076.42
2013	1,774,142.68	4,898,520.00	22,277,578.88	39,016,384.00	25,547,445.00	2.44	57,633.46	93,571,706.46
2014	1,908,199.76	5,148,528.00	22,386,559.35	40,440,928.00	26,568,927.00	2.56	57,978.85	96,511,123.52
2015	2,385,672.76	5,164,104.00	26,282,309.29	39,435,616.00	26,612,586.00	2.64	58,583.96	99,938,874.64
2016	2,648,450.84	4,687,056.00	28,748,367.66	39,888,640.00	28,977,795.00	2.76	63,396.56	105,013,708.82
2017	2,811,632.73	4,420,152.00	37,457,280.00	40,857,696.00	30,241,134.00	2.74	66,605.07	115,854,502.54
2018	3,090,976.67	4,866,840.00	38,003,040.00	42,373,056.00	31,709,601.00	2.84	68,067.75	120,111,584.26
2019	3,268,053.14	4,679,400.00	37,344,600.00	41,833,088.00	31,385,970.00	2.78	70,408.19	118,581,522.11
2020	2,925,700.55	3,449,424.00	30,605,760.00	38,040,288.00	30,381,813.00	3.29	69,617.55	105,472,606.39
2021	3,906,730.50	5,805,888.00	33,142,680.00	34,461,856.00	30,170,448.00	3.15	73,180.44	107,560,786.09
2022	3,874,201.75	5,583,864.00	26,199,720.00	41,095,648.00	29,040,858.00	3.21	72,891.76	105,867,186.72

7.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para la estimación de las emisiones de la categoría 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales, se emplean los factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC 2006, correspondientes al Nivel 1. En Honduras no se cuenta con información específica del país para parámetros como la capacidad máxima de producción de metano (Bo), los factores de corrección por tipo de sistema (MCF), la DBO per cápita ni los factores de emisión de N₂O asociados al manejo del nitrógeno. Es importante señalar que estos factores varían según el tipo de tratamiento aplicado a las aguas residuales. En el presente inventario se utilizan factores diferenciados para cada subcategoría, en coherencia con las diferencias en la gestión de los efluentes domésticos e industriales.

A continuación, se presentan los factores utilizados en la estimación del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5.D.1.), tanto para CH₄ como para N₂O.

Tabla 7-26. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: factores de emisión aplicados por fuente de CH₄.

Factor	Unidad	Urbano	Rural			
		Inodoro conectado a red de alcantarillado	Inodoro conectado a pozo séptico	Letrina de pozo simple	Letrina con cierre hidráulico	No tiene
Capacidad máxima de producción (Bo)	kg CH ₄ .kg COD	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Factor de corrección para metano (MCFj)	-	0,00	0.5	0.5	0.5	0.1
Fracción de población (Ui)	Porcentaje	34 %	34 %	15 %	6 %	10 %
Factor de emisión (EFj)	kg CH ₄ .kg BOD	0.00	0.30	0.30	0.06	0.06
Grado de utilización del sistema de tratamiento (Tij)	Porcentaje	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Para estimación de emisiones de N₂O en la subcategoría 5.D.1. se requiere de los siguientes factores:

Tabla 7-27. 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas: factores de emisión aplicados por fuente o sumidero de N₂O.

Factor	Valor	Unidad
Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales (F _{NON-CON})	1.1	-
Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado (F _{IND-COM})	1.25	-
Factor de emisión	0.005	kg N ₂ O-N.kg N
Conversión de kg N ₂ O-N para kg N ₂ O	44/28	-

Nitrógeno separado con el lodo residual (N_{SLUDGE})	0	Kg

En el caso de la subcategoría 5.D.2, únicamente se estiman las emisiones de CH_4 . Para esta estimación se utilizan los siguientes factores:

Tabla 7-28. 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales: factores de emisión aplicados por fuente de CH_4 .

Factor	Valor	Unidad
Capacidad máxima de producción (Bo)	0.25	kg CH_4 .kg COD
Factor de corrección para metano (MCFj)	0.5	-
Factor de emisión (EFj)	0.13	kg CH_4 .kg BOD

7.5.3. Descripción de cualquier flexibilidad aplicada en la categoría

Para esta categoría no se aplica ningún tipo de flexibilidad, dado que la información disponible y los métodos empleados permiten cumplir con los requisitos establecidos en las Directrices del IPCC 2006.

7.5.4. Incertidumbre y coherencia de la serie temporal de la categoría

La categoría 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales muestra una disminución sustancial en la incertidumbre entre 1990 y 2022. En 1990, la incertidumbre agregada alcanzaba $\pm 165.23\%$, mientras que para 2022 se redujo a $\pm 35.83\%$, lo que representa una mejora del 78,31 % (ver Tabla 7-29. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 5.D.1. Aguas residuales domésticas y 5.D.2. Aguas residuales industriales). Esta reducción progresiva refleja avances metodológicos y un mayor control sobre las fuentes de información empleadas para cuantificar las emisiones del sector. La caída más pronunciada ocurre entre 1990 y 2010, periodo en el cual la incertidumbre se reduce de manera continua hasta alcanzar valores cercanos a $\pm 28.74\%$.

Las subcategorías también evidencian mejoras significativas. 5.D.1 Aguas residuales domésticas reduce su incertidumbre de $\pm 229.75\%$ en 1990 a $\pm 51.70\%$ en 2022, equivalente a una disminución del 78.32 %, aunque a partir de 2015 se observa cierta estabilización. En el caso de

5.D.2 Aguas residuales industriales, la incertidumbre pasa de $\pm 54.57\%$ a $\pm 15.25\%$ entre 1990 y 2022, lo que representa una reducción del 72.05 %.

Tabla 7-29. Resultados de incertidumbre para las subcategorías 5.D.1. Aguas residuales domésticas y 5.D.2. Aguas residuales industriales.

Año	Código de la categoría del IPPC	Gas	Emisiones (kt CO ₂ eq)	Incetidumbre $\pm(\%)$
1990	Total 5.D.	Agregado	526.14	165.23
1995	Total 5.D.	Agregado	577.62	121.11
2000	Total 5.D.	Agregado	719.52	77.30
2005	Total 5.D.	Agregado	841.61	60.44
2010	Total 5.D.	Agregado	962.45	28.74
2015	Total 5.D.	Agregado	1,070.35	34.43
2020	Total 5.D.	Agregado	1,153.17	34.48
2022	Total 5.D.	Agregado	1,182.98	35.83
1990	Total 5.D.1.	Agregado	376.71	229.75
1995	Total 5.D.1.	Agregado	425.47	163.65
2000	Total 5.D.1.	Agregado	502.62	109.53
2005	Total 5.D.1.	Agregado	613.14	82.38
2010	Total 5.D.1.	Agregado	679.07	39.85
2015	Total 5.D.1.	Agregado	720.56	50.13
2020	Total 5.D.1.	Agregado	784.02	50.04
2022	Total 5.D.1.	Agregado	812.44	51.70
1990	5.D.2.	CH ₄	149.43	54.57
1995	5.D.2.	CH ₄	152.15	44.51
2000	5.D.2.	CH ₄	216.90	36.61
2005	5.D.2.	CH ₄	228.46	26.42
2010	5.D.2.	CH ₄	283.38	20.32
2015	5.D.2.	CH ₄	349.79	20.96
2020	5.D.2.	CH ₄	369.15	17.62
2022	5.D.2.	CH ₄	370.54	15.25
1990	5.D.1.	CH ₄	360.05	240.25
1995	5.D.1.	CH ₄	408.34	170.36
2000	5.D.1.	CH ₄	479.89	114.53
2005	5.D.1.	CH ₄	581.82	86.70
2010	5.D.1.	CH ₄	651.68	41.48
2015	5.D.1.	CH ₄	691.90	52.17
2020	5.D.1.	CH ₄	751.18	52.17
2022	5.D.1.	CH ₄	774.86	54.13
1990	5.D.1.	N ₂ O	16.66	169.19
1995	5.D.1.	N ₂ O	17.12	176.18
2000	5.D.1.	N ₂ O	22.74	138.23
2005	5.D.1.	N ₂ O	31.33	81.39
2010	5.D.1.	N ₂ O	27.40	40.79
2015	5.D.1.	N ₂ O	28.66	41.77
2020	5.D.1.	N ₂ O	32.84	53.60
2022	5.D.1.	N ₂ O	37.58	61.52

7.5.5. Actividades de control de calidad específicos de la categoría

Para la categoría 5.D., Honduras desarrolló diversas acciones de Aseguramiento y Control de Calidad (AC/CC) siguiendo las Directrices del IPCC 2006, con el fin de asegurar que las estimaciones fueran consistentes, fiables y metodológicamente sólidas. En este marco se verificó que la información de población empleada en todas las subcategorías proviniera de una misma fuente y se manejara de forma uniforme a lo largo de toda la serie temporal.

Del mismo modo, se llevó a cabo un análisis detallado de la evolución de las emisiones y de los datos de actividad entre 1990 y 2022. Este ejercicio permitió detectar valores anómalos, quiebres en la tendencia y variaciones inesperadas, los cuales fueron evaluados en conjunto con los equipos sectoriales de residuos e industria, considerando la coherencia con reportes previos y con la dinámica histórica de las emisiones.

También se comprobó la coherencia temporal de los datos de entrada y la aplicación consistente del método de cálculo y de los procedimientos de validación para cada año del periodo analizado. Esta revisión incluyó la verificación del uso correcto de los factores de emisión por defecto, la consistencia de parámetros clave como la población, el consumo de proteínas y la información industrial, así como la clasificación adecuada de los sistemas de tratamiento empleados.

Los resultados fueron presentados al equipo sectorial de Honduras, quien revisó y aprobó la documentación interna que sustenta los supuestos, datos y metodologías utilizadas. Asimismo, se comprobó la correcta integración de los resultados sectoriales dentro de los consolidados nacionales de emisiones y absorciones, garantizando la alineación entre los cálculos específicos de la categoría y los totales del inventario.

En conjunto, estas acciones responden a las recomendaciones de las Directrices del IPCC 2006, que enfatizan la necesidad de verificar la consistencia interna, realizar revisiones cruzadas de parámetros y datos, analizar la coherencia temporal de las series históricas, comparar con métodos alternativos cuando corresponde y documentar con claridad las decisiones metodológicas adoptadas.

7.5.6. Recálculos de la categoría

La categoría 5.D. fue recalculada debido a la mejora de la información relacionada con la población y la producción industrial. En términos generales, ambas series presentan una tendencia creciente sostenida, reflejando el aumento progresivo de las cargas orgánicas y nitrogenadas asociadas al crecimiento poblacional, la urbanización y el incremento de actividades domésticas e industriales. Sin embargo, se observan diferencias consistentes entre ambas estimaciones: el BUR2 reporta valores superiores en la mayor parte del periodo, particularmente entre 2010 y 2019, donde la divergencia alcanza hasta 100–150 kt CO₂ eq.

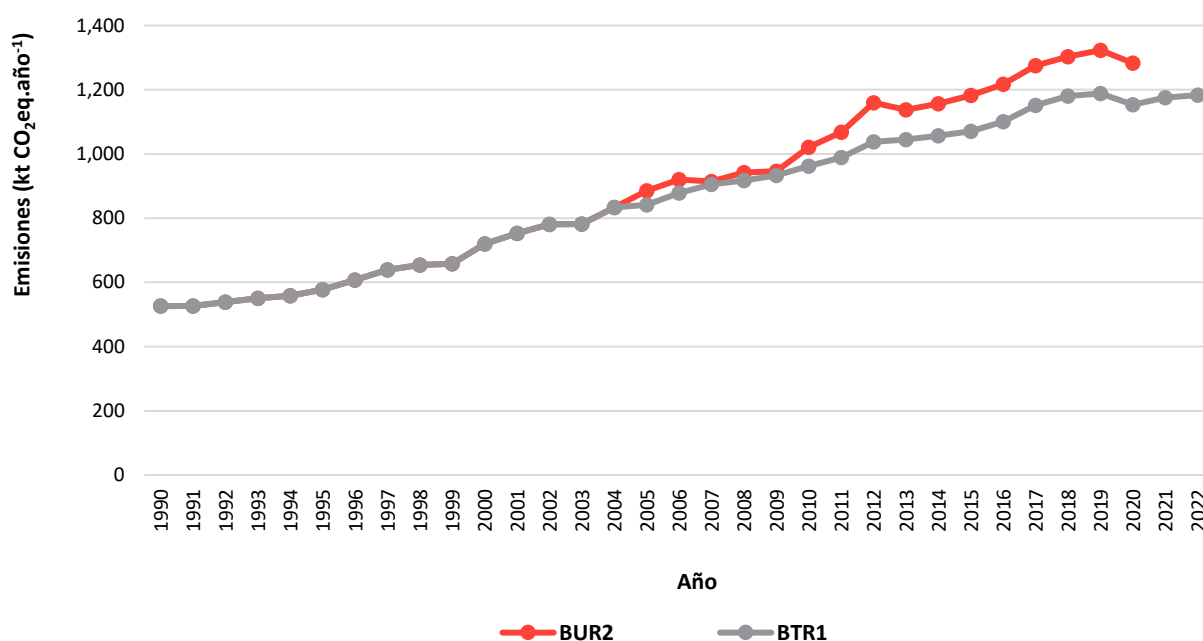


Figura 7-7. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: Variación de emisiones entre BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

Un punto destacable es que, aunque ambas series muestran un crecimiento sostenido, el BTR1 presenta una trayectoria más estable y sin picos abruptos, mientras que el BUR2 evidencia un incremento más acelerado entre 2010 y 2018, seguido de una ligera reducción en 2020–2022. Este comportamiento podría estar asociado a supuestos metodológicos previos o a variaciones en la actividad industrial considerados en el BUR2. A partir de 2020 las dos series convergen nuevamente, lo que refleja la armonización metodológica implementada para el BTR1.

7.5.7. Plan de mejora de la categoría

Con el fin de fortalecer la calidad y precisión de las estimaciones de GEI en la categoría 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales, se identifica la necesidad de avanzar en la recopilación, consolidación y sistematización de la información relacionada con los vertimientos domésticos e industriales. Las acciones propuestas en el siguiente plan de mejora están orientadas a cerrar brechas de datos, mejorar los mecanismos de control y monitoreo, y fortalecer la aplicación de la normativa vigente. Asimismo, estas acciones buscan armonizar los procesos nacionales con las recomendaciones metodológicas de las Directrices del IPCC 2006 y con las prioridades institucionales del país, de manera que Honduras pueda avanzar hacia estimaciones más robustas, exhaustivas y coherentes en futuros ciclos de reporte. A continuación, se presentan las necesidades identificadas y las acciones de mejora propuestas para cada subcategoría.

Tabla 7-30. 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales: Plan de mejora propuesto.

Subcategoría	Identificación de necesidad	Acciones de mejora	Tiempo propuesto	Responsables
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	Consolidación de la información	Ampliar la cobertura de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, priorizando zonas urbanas y periurbanas con mayores descargas sin tratamiento	2028 – BTR3.	SERNA
		Implementar y fortalecer el reglamento de vertidos, asegurando su aplicación en municipios y operadores de servicios sanitarios.	2028 – BTR3.	SERNA
		Desarrollar un sistema nacional unificado de reporte y monitoreo de caudales, cargas orgánicas (DBO) y características de los vertimientos domésticos.	2030 – BTR4.	SERNA
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales industriales	Consolidación de la información	Fortalecer las medidas de seguimiento al cumplimiento de los requisitos establecidos en los permisos y licencias ambientales para descargas industriales.	2028 – BTR3.	CESCCO
		Realizar un inventario actualizado de las industrias generadoras de efluentes con alta DBO o carga de nitrógeno, incluyendo volúmenes y características de sus aguas residuales	2028 – BTR3.	CESCCO
		Establecer un protocolo de reporte anual obligatorio por parte de las industrias sobre generación y tratamiento de aguas residuales, alineado con los parámetros requeridos por el IPCC.	2030 – BTR4.	CESCCO
		Evaluar y tipificar los sistemas de tratamiento utilizados por las industrias (lagunas anaerobias, reactores, descarga directa, etc.) para aplicar factores de corrección (MCF) más representativos.	2030 – BTR4.	CESCCO



☆☆☆H
**Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente**
Gobierno de la República

CAPÍTULO 8

EMISIONES INDIRECTAS DE CO₂ Y N₂O



Las emisiones indirectas de CO₂ y N₂O no se cuantifican en el presente inventario, estas se registran en las tablas CRT y a lo largo del documento con las claves de notación de NA, NO y NE, dado que actualmente no se ha identificado las fuentes y no se dispone de información suficiente que permita una estimación con exactitud.



H
**Secretaría de
Recursos Naturales
y Ambiente**
Gobierno de la República

CAPÍTULO 9

**NUEVOS CÁLCULOS Y
MEJORAS**



SERNA

A continuación, se resumen los nuevos cálculos ejecutados en el presente informe de inventarios respecto al segundo informe bienal de actualización (BTR2), así como el resumen de las oportunidades de mejora metodológicas y para evitar el uso de flexibilidades en futuros reportes.

Se resalta el esfuerzo nacional por realizar la completitud de la serie de tiempo de 1990 a 1999 y presentar el informe del inventario hasta el año 2022. También, se hace énfasis en los esfuerzos sectoriales por presentar datos más desagregados, lo cual permite realizar mejores estimaciones.

Honduras continua en el esfuerzo de trabajar en el proceso de gestión de información para incluir en sus inventarios futuros las categorías no estimadas y propender por el desarrollo de reportes transparentes y de calidad.

9.1. Explicación y justificación de los nuevos cálculos

La siguiente figura presenta las variaciones en las estimaciones de emisiones en Honduras en el BUR2 y en el presente inventario.

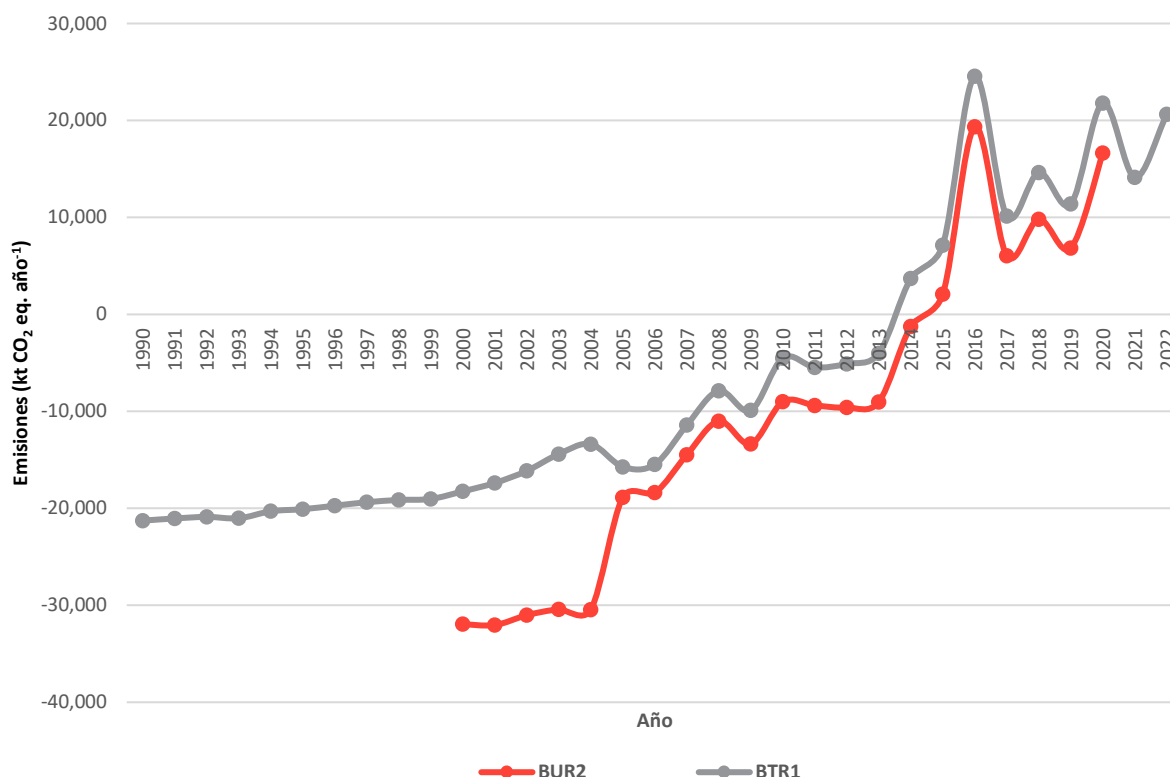


Figura 9-1. Emisiones netas en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq. año⁻¹).

Como se aprecia en la figura 9-1, la diferencia en la estimación es mayor entre 2000 y 2004, acotándose en el resto de la serie temporal, con un promedio de variación de 69 %.

Estas variaciones se asocian a actualizaciones metodológicas, actualizaciones en datos de actividad y factores de emisión, además del uso de técnicas de empalme para completar la serie histórica de 1990 al año 1999.

Las siguientes figuras presentan las variaciones de manera sectorial:

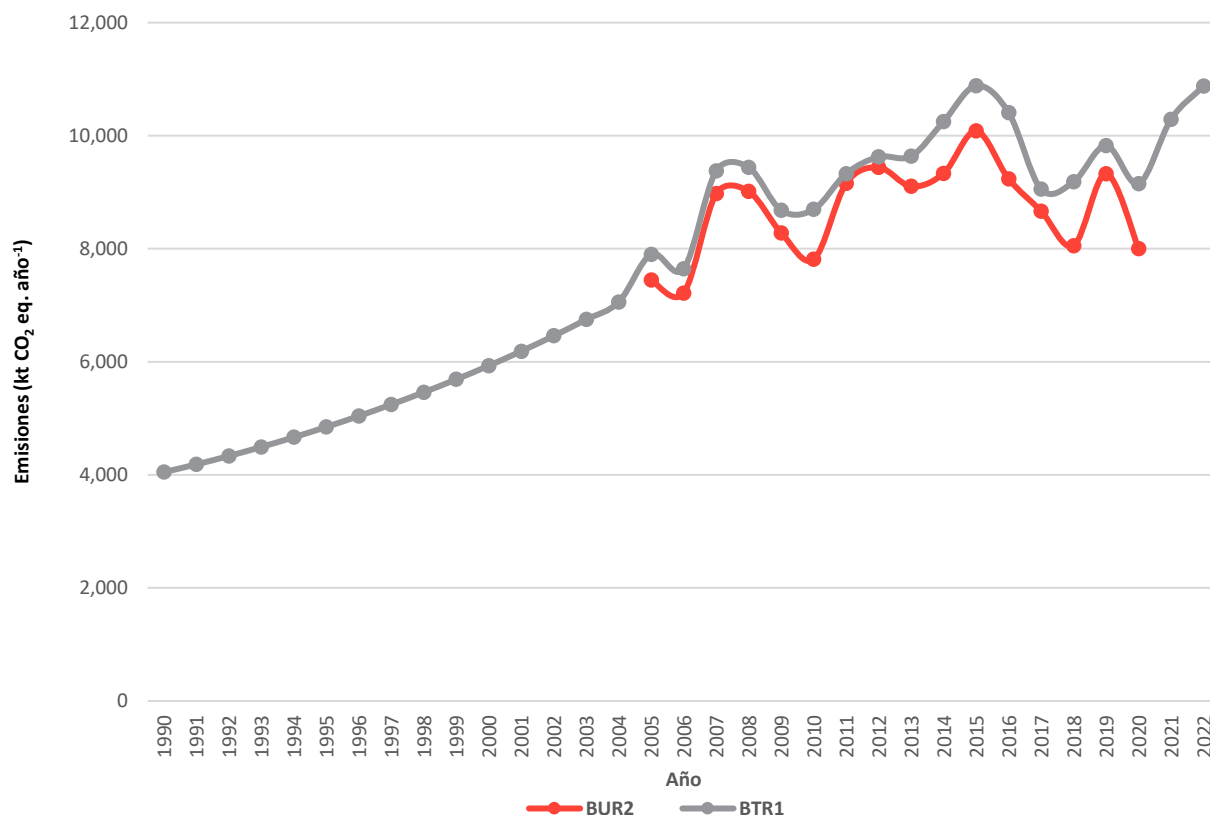


Figura 9-2. Emisiones netas del Sector Energía en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

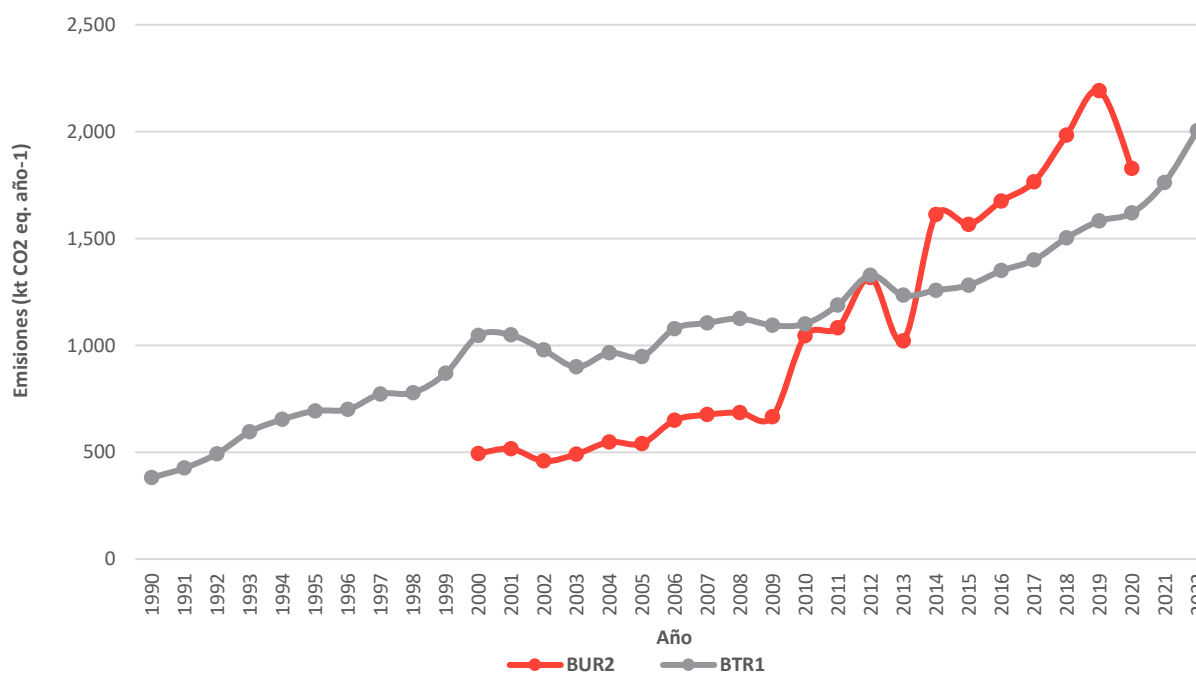


Figura 9-3. Emisiones netas del Sector PIUP en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

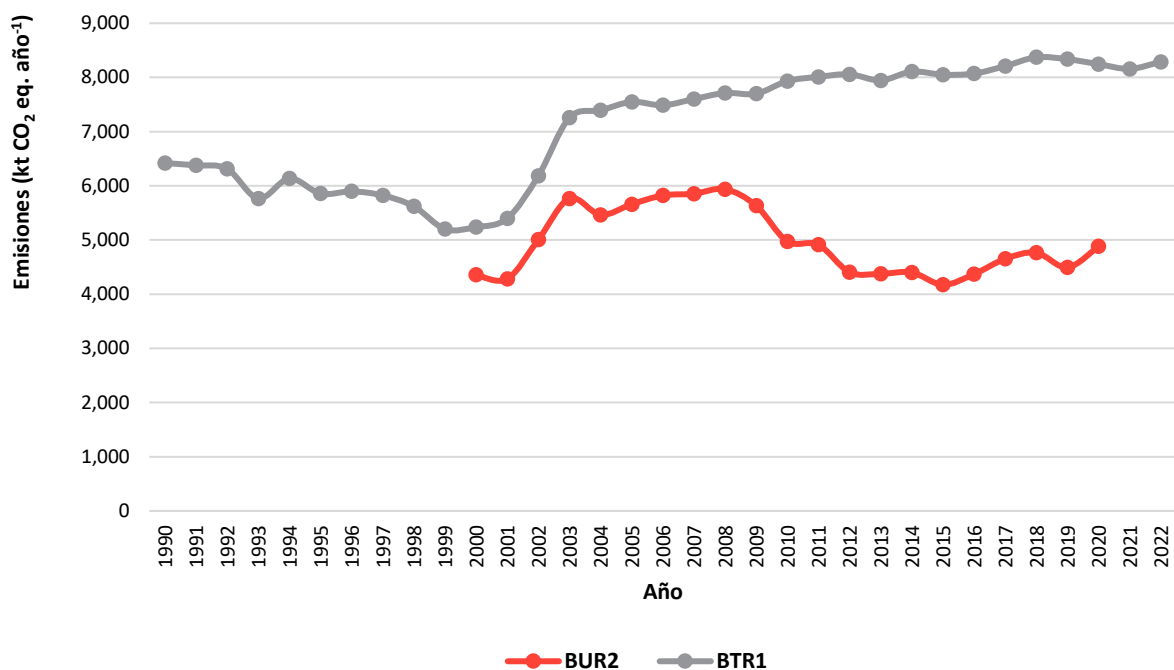


Figura 9-4. Emisiones netas del Sector Agricultura en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

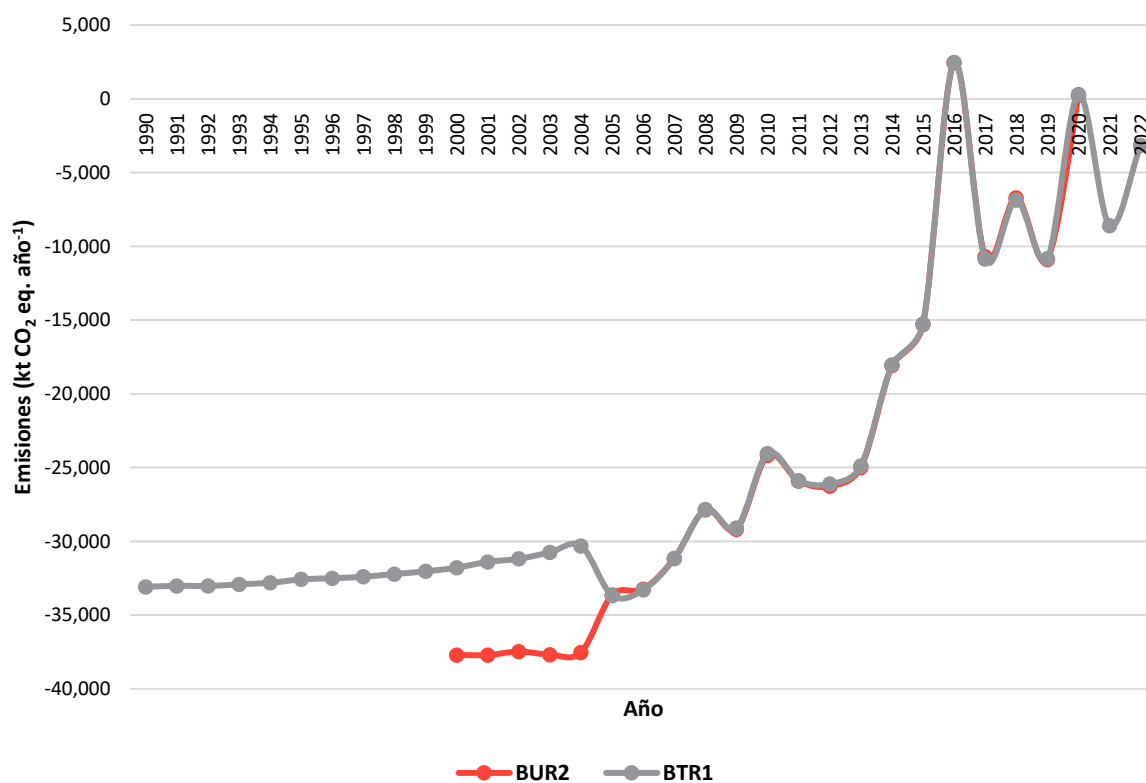


Figura 9-5. Emisiones netas del Sector UTCUTS en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

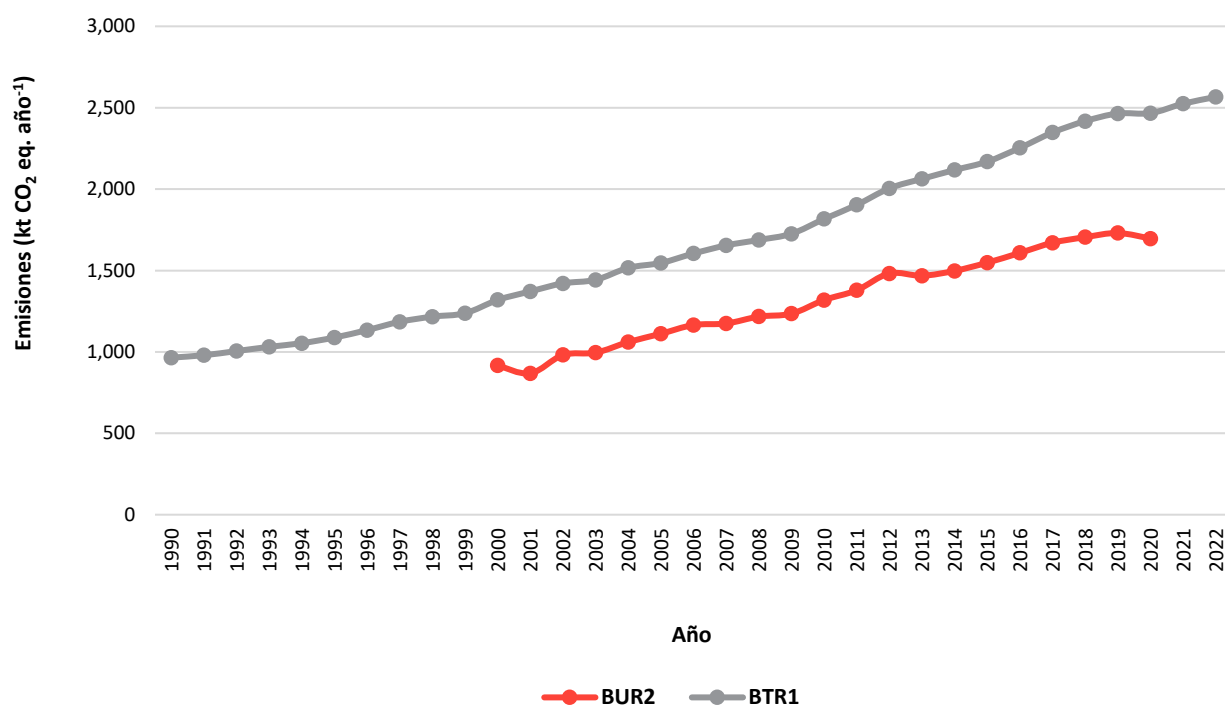


Figura 9-6. Emisiones netas del Sector Residuos en BUR2 y BTR1 (kt CO₂ eq.año⁻¹).

En relación con las figuras anteriores, en la siguiente tabla se presenta el resumen de los principales causantes de las diferencias en las estimaciones por sector y categoría entre el BUR2 y el BTR1:

Tabla 9-1. Resumen de los nuevos cálculos realizados en el inventario nacional de GEI de (país).

Sector	Categoría	Sección del NID	Motivo de los nuevos cálculos
Energía	1.A.1. Industrias de la energía	3.2.11	Proyección de datos de combustibles para cumplir con la exhaustividad del inventario (diésel, fuel oil, GLP, coque, biomasa, leña). Actualización de la serie histórica de biomasa en generación de energía eléctrica.
Energía	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	3.2.11	Proyección de datos de combustibles para cumplir con la exhaustividad del inventario. Actualización de datos de carbón y la desagregación de la categoría.
Energía	1.A.3. Transporte	3.2.11	Proyección de datos de combustibles para cumplir con la exhaustividad del inventario con modelos estadísticos para jet kerosene, otros derivados del petróleo, gasolina, GLP y diésel. Ajuste de consumos de combustibles para aviación (2005-2010).
Energía	1.A.4. Otros sectores	3.2.11	Proyección de datos de combustibles para cumplir con la exhaustividad del inventario y ajuste de coherencia de la serie temporal.
PIUP	2.A. Industria de los minerales	4.2.6	Complejidad de la serie de tiempo a partir de la variación del valor agregado bruto por actividad económica como driver para los datos de importación y exportación de Clinker (1990-1999) y los datos de producción de caliza (1990-2013). Actualización de los datos de producción de cemento (2000-2005) e importación de Clinker (2005) por BCH. Actualización de los datos de producción de piedra caliza (2018, 2020).
PIUP	2.D. Uso de productos no	4.5.6	Actualización de datos de actividad asociados a consumos de lubricantes (2000-2002).

Sector	Categoría	Sección del NID	Motivo de los nuevos cálculos
	energéticos de combustibles y de solventes		Compleitud de la serie de tiempo variación del valor agregado bruto por actividad económica como driver (1990-1999, 2021, 2022).
PIUP	2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	4.7.6	Actualización de datos de consumos de HFC-152a y HFC-227ea para el año 2020 por la UTO. Compleitud de la serie de tiempo (1990-2009) Actualización metodológica bajo el Anexo 1, Volumen 3 de las Directrices IPCC
Agricultura	3.A. Fermentación entérica	5.2.6	En el BTR1 se incorporaron además de las emisiones entéricas de bovinos y porcinos, las emisiones entéricas de ovinos, caprinos, caballos, mulas y asnos. Actualización de una única fuente de información. Actualización del FE nivel 1 para ganado bovino
Agricultura	3.B. Gestión de estiércol	5.3.6	Actualización de una única fuente de información. Además de estimar las emisiones de gestión de estiércol de ganado bovino, porcinos y aves de corral, se incorporó la estimación de gestión de estiércol de ovinos, caprinos, caballos, mulas y asnos. Actualización de factores de emisión, volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de N ₂ O del suelo (3.B.5)
Agricultura	3.C Cultivo de arroz	5.4.6	Actualización de datos de actividad tomados de FAOSTAT, además de una actualización de factores de emisión y factores de ajuste por defecto.
Agricultura	3.D. Suelos agrícolas	5.5.6	Retroproyección de los datos históricos de nitrógeno aplicado en suelos (1990-2001). Ajuste de la coherencia de los datos para fertilizantes orgánicos Actualización de áreas cosechadas y producción de cultivos (2000-2021) Actualización de los FE de emisiones directas de N ₂ O en suelos gestionados y volatilización y lixiviación para emisiones indirectas de N ₂ O del suelo.
Agricultura	3.G. Encalado	5.8.6	Actualización de datos de actividad para piedra caliza y dolomita
Agricultura	3.H. Urea	5.8.7	Actualización de datos de actividad
UTCUTS	4.A. Tierras forestales	6.4.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
UTCUTS	4.B. Tierras de cultivo	6.5.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
UTCUTS	4.C. Pastizales	6.6.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
UTCUTS	4.D. Humedales	6.7.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
UTCUTS	4.E. Asentamientos	6.8.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
UTCUTS	4(IV). Quema de biomasa	6.11.6	Compleitud de la serie de tiempo (1990-2005, 2020-2022)
Residuos	5.A. Eliminación de residuos sólidos	7.2.6	Actualización de la fuente y los datos de población Compleitud de la serie de tiempo (1990-1999)
Residuos	5.C. Incineración y quema abierta de residuos sólidos	7.4.6	Actualización del enfoque de cálculo a partir de los datos oficiales de población y los valores de generación per cápita, considerando que el 45% de los residuos son incinerados a cielo abierto.
Residuos	5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	7.5.6	Actualización de datos de actividad en referencia a la población y la producción industrial.



9.2. Implicancias para los niveles de emisiones y absorciones

Como se evidencia en la siguiente tabla, las principales variaciones se dan entre 1990 y el año 1999, ya que en el inventario previo no se habían cuantificado las emisiones de GEI durante dicho periodo por falta de datos.

Por lo anterior, se decide emplear las técnicas de empalme para garantizar la exhaustividad del inventario.

Tabla 9-2. Resumen de la diferencia en las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual por sector (kt CO₂ eq).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Energía	-4,048.28	-4,847.43	-5,931.22	-453.05	-884.05	-800.77	-1,151.67
PIUP	-381.04	-693.46	-552.04	-406.21	-56.27	284.92	208.79
Agricultura	-6,419.43	-5,856.32	-879.12	-1,888.03	-2,958.54	-3,875.93	-3,362.97
UTCUTS	33,083.37	32,575.23	-5,921.63	33.12	-116.97	-39.68	-71.25
Residuos	-964.91	-1,088.41	-401.60	-435.09	-497.55	-620.94	-770.37
Total neto	21,269.71	20,089.60	-13,685.61	-3,149.28	-4,513.38	-5,052.41	-5,147.48

Durante los primeros 10 años las principales variaciones en kt de CO₂ eq se dan en el sector de UTCUTS, posteriormente son relevantes las diferencias de magnitud en el sector de agricultura y energía.



9.3. Implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones

En la siguiente tabla se resume el impacto de los recálculos analizando la tendencia de las emisiones con y sin la influencia de UTCUTS.

Tabla 9-3. Resumen de las implicancias para la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI entre el inventario previo y el inventario actual, 1990-2022.

Año	Total inventario previo (kt CO ₂ eq)	Total inventario actual (kt CO ₂ eq)	Total Diferencia (kt CO ₂ eq)	Implicancias en el total neto (con UTCUTS) %	Total neto inventario previo (kt CO ₂ eq)	Total neto inventario actual (kt CO ₂ eq)	Total neto Diferencia (kt CO ₂ eq)	Implicancias en el total neto (sin UTCUTS) %
1990	NE	-21,269.71	21,269.71	-100.00%	NE	11,813.66	11,813.66	100.00%
1991	NE	-21,045.11	21,045.11	-100.00%	NE	11,967.74	11,967.74	100.00%
1992	NE	-20,882.89	20,882.89	-100.00%	NE	12,144.95	12,144.95	100.00%
1993	NE	-21,024.39	21,024.39	-100.00%	NE	11,887.71	11,887.71	100.00%
1994	NE	-20,302.55	20,302.55	-100.00%	NE	12,507.73	12,507.73	100.00%
1995	NE	-20,089.60	20,089.60	-100.00%	NE	12,485.62	12,485.62	100.00%
1996	NE	-19,730.00	19,730.00	-100.00%	NE	12,771.93	12,771.93	100.00%
1997	NE	-19,372.22	19,372.22	-100.00%	NE	13,024.36	13,024.36	100.00%
1998	NE	-19,137.30	19,137.30	-100.00%	NE	13,077.11	13,077.11	100.00%
1999	NE	-19,033.99	19,033.99	-100.00%	NE	12,998.54	12,998.54	100.00%
2000	-31,935.57	-18,249.95	-13,685.62	74.99%	5,770.34	13,534.33	7,763.99	57.37%
2001	-32,040.09	-17,382.57	-14,657.52	84.32%	5,665.82	14,006.83	8,341.01	59.55%
2002	-31,023.51	-16,141.50	-14,882.01	92.20%	6,446.95	15,043.45	8,596.50	57.14%
2003	-30,422.07	-14,400.27	-16,021.80	111.26%	7,252.33	16,347.59	9,095.26	55.64%
2004	-30,449.93	-13,374.84	-17,075.09	127.67%	7,072.86	16,934.25	9,861.39	58.23%
2005	-18,867.83	-15,718.55	-3,149.28	20.04%	14,761.05	17,943.44	3,182.39	17.74%
2006	-18,384.15	-15,473.19	-2,910.96	18.81%	14,853.56	17,816.38	2,962.82	16.63%
2007	-14,485.56	-11,422.14	-3,063.42	26.82%	16,677.03	19,737.99	3,060.97	15.51%
2008	-11,007.17	-7,874.35	-3,132.82	39.79%	16,854.17	19,966.19	3,112.02	15.59%
2009	-13,356.82	-9,904.89	-3,451.93	34.85%	15,815.63	19,198.84	3,383.21	17.62%
2010	-9,015.02	-4,501.64	-4,513.38	100.26%	15,150.25	19,546.65	4,396.41	22.49%
2011	-9,384.07	-5,457.67	-3,926.40	71.94%	16,531.07	20,429.37	3,898.30	19.08%
2012	-9,609.41	-5,094.94	-4,514.47	88.61%	16,643.59	21,014.78	4,371.19	20.80%
2013	-9,024.05	-4,011.03	-5,013.02	124.98%	15,967.54	20,880.59	4,913.05	23.53%
2014	-1,233.60	3,713.86	-4,947.46	-133.22%	16,845.05	21,734.49	4,889.44	22.50%
2015	2,081.78	7,134.20	-5,052.42	-70.82%	17,371.03	22,383.76	5,012.73	22.39%
2016	19,337.09	24,558.71	-5,221.62	-21.26%	16,888.84	22,083.23	5,194.39	23.52%
2017	6,058.45	10,150.59	-4,092.14	-40.31%	16,752.19	21,008.63	4,256.44	20.26%
2018	9,803.66	14,616.05	-4,812.39	-32.93%	16,508.79	21,474.98	4,966.18	23.13%
2019	6,848.45	11,388.98	-4,540.53	-39.87%	17,743.45	22,208.08	4,464.63	20.10%
2020	16,647.32	21,794.80	-5,147.48	-23.62%	16,406.74	21,482.97	5,076.23	23.63%
2021	NE	14,148.78	-14,148.78	-100.00%	NE	22,735.31	22,735.31	100.00%
2022	NE	20,627.10	-20,627.10	-100.00%	NE	23,735.79	23,735.79	100.00%

En promedio la diferencia de las emisiones entre los reportes BTR1 vs BUR2 con UTCUTS varían entre un aumento de hasta el 133 % o una reducción del 127 %. Mientras que, si no se contempla UTCUTS, las variaciones consideran aumentos de emisiones respecto al BUR2 de entre 15 y 100 %.



9.4. Áreas de mejora y fomento de la capacidad en respuesta a los procesos de examen

Honduras ha identificado oportunidades de mejora metodológicas enfocadas en identificar nuevas fuentes de información, optimizar datos de actividad y factores de emisión, emplear mejores métodos de estimación y lograr estimar categorías que actualmente se encuentran como no estimadas.

La siguiente tabla resume los principales enfoques del plan de mejora del inventario de emisiones de Honduras.

Tabla 9-4. Resumen de las áreas susceptibles de mejora identificadas y su abordaje por parte del país.

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Origen (país/revisión)	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
Energía	1.A.1. Industrias de la energía	Disponibilidad de información	Interno	Integrar los datos asociados a consumos de energéticos para la generación de electricidad con mesas técnicas. Incorporar mesas técnicas para establecer la estimación de emisiones por transporte de combustibles	BTR2-2026
Energía	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Disponibilidad de información	Interno	Fomentar la desagregación de los datos de actividad a través de la identificación de nuevas fuentes de información, la articulación sectorial con mesas técnicas y la consolidación de información en una única base de datos. Esto permitirá estimar las emisiones en esta categoría de manera desagregada.	BTR3-2028
Energía	1.A.3. Transporte	Disponibilidad de información	Interno	Fortalecer la articulación sectorial con los representantes más importantes de cada modo de transporte (autoridades aeroportuarias, distribuidores de combustibles, entidades reguladoras del transporte terrestre) para consolidar una base de datos detallada del sector para eventualmente, lograr incrementar el nivel metodológico de estimación.	BTR3-2028
Energía	1.A.3.e.ii. Fuera de ruta	Consecución y consolidación de información	Interno	Fomentar la articulación para obtener el inventario de vehículos y maquinaria fuera de ruta del país (unidades, tipos de equipos, características, patrones de consumo, consumos de energéticos)	BTR5-2032
Energía	1.A.4. Otros sectores	Disponibilidad de información	Interno	Trabajar articuladamente con el sector para obtener bases de datos consolidadas y actualizadas sobre consumos de combustible para el sector comercial, institucional y residencial. Fomentar la articulación con el sector para obtener de manera desagregada la información requerida para los consumos de combustible en agricultura y pesca	BTR3-2028
Energía	1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	Disponibilidad de información	Interno	Iniciar el proceso de gestión de información para estimar las emisiones por transporte y almacenamiento de combustibles	BTR3-2028
PIUP	2.A.1. Producción de cemento	Disponibilidad de información Interoperabilidad	Interno	Mejorar las metodologías de estimación con mesas sectoriales que permitan actualizar supuestos como el factor de Clinker en cemento u obtener datos más desagregados para incrementar el nivel metodológico de estimación de conformidad con la confidencialidad de la información.	BTR3-2028
PIUP	2.A.2. Producción de cal	Disponibilidad de información	Interno	Concepto de expertos y mesas técnicas sectoriales para optimizar el desarrollo metodológico de la categoría	BTR3-2028
PIUP	2.C. Industria de los metales	Disponibilidad de información	Interno	Realizar mesas técnicas sectoriales para definir si en el país existe o no producción primaria de plata, plomo y/o zinc, ya que el BCH reporta datos de exportación de estos metales.	BTR3-2028
PIUP	2.D. Uso de productos no	Disponibilidad de información	Interno	Identificar nuevos posibles proveedores de información que permitan conocer el uso de los lubricantes y la cera de parafina	BTR4-2030

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Origen (país/revisión)	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
	energéticos de combustibles y de solvente	Fuentes de información			
PIUP	2.F. Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono	Disponibilidad de información	Interno	Desarrollar mesas técnicas que permitan obtener más información sobre el uso de estas sustancias al nivel de sub-aplicación.	BTR3-2028
PIUP	2.G. Manufactura y utilización de otros productos	Disponibilidad de información	Interno	Realizar mesas técnicas sectoriales para lograr obtener la información para estimar las emisiones por el consumo de SF6 en los equipos electrónicos.	BTR4-2030
PIUP	2.H. Otros	Disponibilidad de información	Interno	Fomentar el desarrollo de mesas técnicas para estimar otras emisiones por el desarrollo de la industria de alimentos y la industria de papel.	BTR3-2028
Agricultura	3.A.1. Ganado bovino	Disponibilidad de información	Interno	Elaborar un inventario animal anual Elaborar caracterización animal Analizar estudios de FE entérico para incrementar el nivel metodológico	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.A.2. Ovinos	Disponibilidad de información	Interno	Elaborar un inventario animal anual	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.A.3. Porcinos	Disponibilidad de información	Interno	Elaborar un inventario animal anual Mesas técnicas para identificar sistemas de producción porcina	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.A.4. Otro ganado	Disponibilidad de información	Interno	Elaborar un inventario oficial anual de otro ganado	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.B.1. Ganado, 3.B.3. Porcinos, 3.B.4. Otro Ganado, 3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O de gestión de estiércol.	Disponibilidad de información	Interno	Mesas técnicas para caracterizar los sistemas de gestión de estiércol Elaborar modelos matemáticos para FE específicos y incrementar el nivel metodológico	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.B.4. Otro ganado	Disponibilidad de información	Interno	Mesas técnicas para identificar sistemas de producción y la caracterización de los sistemas de gestión de estiércol	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.C. Cultivo de arroz	Disponibilidad de información	Interno	Establecer mecanismos de comunicación con el sector arrocero que faciliten el reporte eficiente de datos de actividad desglosados en sistemas de arroz de riego y arroz de secano, abarcando toda la serie temporal necesaria para el inventario.	BTR2-3, 2028-2030

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Origen (país/revisión)	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
				Realizar un juicio de expertos a nivel nacional para comprender las dinámicas de manejo del cultivo de arroz	
Agricultura	3.D. Suelos agrícolas	Disponibilidad de información	Interno	Identificar nitrógeno contenido en fertilizantes además de la cantidad de nitrógeno aplicado a suelos por medio de consulta a expertos Incorporar todas las especies involucradas en sistemas de pastoreo Mesas técnicas para perfeccionar los sistemas de gestión de estiércol y sistemas de excreción Revisión bibliográfica para actualizar FE Desarrollar mapas de suelos que permitan identificar áreas gestionadas de suelos minerales orgánicos	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.F. Quema de residuos agrícolas en campo	Disponibilidad de información	Interno	Para caña de azúcar y otras áreas de cultivos, Identificar el área con prácticas de quema de residuos de forma anual.	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.G. Encalado	Disponibilidad de información	Interno	Consulta de expertos para optimizar los datos de actividad	BTR2-3, 2028-2030
Agricultura	3.H. Aplicación de urea	Disponibilidad de información	Interno	Consulta a expertos para optimizar supuestos y datos de aplicación de urea	BTR2-3, 2028-2030
UTCUTS	4.A. Tierras forestales 4.B. Tierras de cultivo 4.C. Pastizales 4(IV). Quema de biomasa	Disponibilidad de información	Interno	Realizar mesas técnicas y consultas a expertos para reducir la incertidumbre de los FE e identificar los ecosistemas y tipos de cobertura desagregados para lograr desagregar el inventario por subcategorías	BTR2-3, 2028-2030
UTCUTS	4.D. Humedales	Disponibilidad de información	Interno	Realizar mesas técnicas y consultas a expertos para reducir la incertidumbre de los FE e identificar los ecosistemas y tipos de cobertura desagregados para lograr desagregar el inventario por subcategorías. Implementar estimación de humedades que permanecen ya sean naturales o artificiales	BTR2-3, 2028-2030
UTCUTS	4.E. Asentamientos	Disponibilidad de información	Interno	Implementar estimación de asentamientos que permanecen con información de arbolado de las ciudades	BTR3-2028
UTCUTS	4.G. Productos de la madera recolectada	Disponibilidad de información	Interno	Realizar la identificación de la vida media de los productos con información del país	BTR3-2028
Residuos	5.A. Eliminación de residuos sólidos	Disponibilidad de información	Interno	Identificar los sitios de eliminación de residuos sólidos del país Realizar un estudio de caracterización de los residuos sólidos generados en el país	BTR3-2028
Residuos	5.B. Tratamiento biológico de residuos	Disponibilidad de información	Interno	Identificar los residuos biológicamente tratados	BTR2-3, 2028-2030

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Origen (país/revisión)	Abordaje por parte del país	Plazo para la aplicación
Residuos	5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos sólidos	Disponibilidad de información	Interno	Realizar estudios para identificar y cuantificar la fracción de residuos que es incinerada a cielo abierto	BTR3-2028
Residuos	5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Disponibilidad de información	Interno	Optimizar los instrumentos de recolección de información con el detalle requerido por tipo de vertimiento haciendo uso de la normativa vigente.	BTR4-2030



9.5. Áreas de mejora y fomento de la capacidad relacionadas con flexibilidad

Actualmente Honduras se ha acogido a las siguientes flexibilidades:

- Párrafo 48 de la Decisión 18/CMA.1, ya que el país presenta estimaciones de CO₂, CH₄, N₂O y algunos HFC, pero no tiene información disponible para presentar emisiones de SF₆. Las emisiones de PFC y NF₃ están catalogadas como "No ocurre".
- Párrafo 34 de la Decisión 18/CMA.1, ya que Honduras se encuentra trabajando en la construcción de un protocolo para soportar el proceso de AC/CC.
-

En la siguiente tabla se resumen las áreas susceptibles de mejora para evitar hacer uso de las flexibilidades dispuestas por la CMNUCC:

Tabla 9-5. Resumen de las disposiciones de flexibilidad utilizadas.

Sector	Categoría	Descripción del área susceptible de mejora	Disposición de flexibilidad de la MPG	Necesidad de apoyo al fomento de capacidades	Progresos realizados
PIUP	2.G. Manufactura y utilización de otros productos	Obtener datos para estimar las emisiones de SF ₆ en la fabricación, instalación, uso y/o eliminación de equipos	Párrafo 48. Decisión 18/CMA.1.	Fomento de sistemas de recolección de datos de consumo de SF ₆ en los equipos eléctricos (centrales, auto generadores, subestaciones, transformadores de potencia, entre otros)	No se tiene progreso en esta acción de mejora.

REFERENCIAS

1 0. REFERENCIAS

- Banco Central de Honduras. (2025). Estadísticas Macroeconómicas. Producto interno bruto y valor agregado bruto total. <https://www.bch.hn/Estadisticas-y-Publicaciones-Economicas/Reportes-Dinamicos/Sector-Real/Producto-Interno-Bruto-Valor-Agregado-Bruto-Total>
- Beauchemin, K. A., Ungerfeld, E. M., Eckard, R. J., & Wang, M. (2020). Review: Fifty years of research on rumen methanogenesis: Lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal*, 14(S1). <https://doi.org/10.1017/S1751731119003100>
- Bhattacharyya, P., Dash, P. K., Swain, C. K., Padhy, S. R., Roy, K. S., Neogi, S., Berliner, J., Adak, T., Pokhare, S. S., Baig, M. J., & Mohapatra, T. (2019). Mechanism of plant mediated methane emission in tropical lowland rice. *Science of the Total Environment*, 651. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.141>
- CEPAL. (2003). Istmo Centroamericano: Evolución del sector agropecuario, 2001- 2002. Sede Subregional de La CEPAL En México (Estudios e Investigaciones). <https://ideas.repec.org/p/egr/col094/25592.html>
- CEPAL. (2018). Informe Nacional de monitoreo de eficiencia energética de Honduras, 2018. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/afc8bb77-e138-4d26-be58-0bfb5144f094/content>
- Cruz, R. A., & Macal, J. A. (2018). Efecto de dos tipos de cal en el pH del suelo y en la producción de sorgo sureño, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/9acda626-f2ce-426f-9356-a2af8c4b07d2>
- Cui, P., Chen, Z., Fan, F., Yin, C., Song, A., Li, T., Zhang, H., & Liang, Y. (2023). Soil texture is an easily overlooked factor affecting the temperature sensitivity of N₂O emissions. *Science of the Total Environment*, 862. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160648>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2018). Chapter 5 Agriculture. Chapter 5 Agriculture.
- Fiallos, J. (2025). Sugar anual. USDA - United States Department of Agriculture. <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Sugar%20Anual Bogota Colombia CO2025-0007.pdf>
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling Climate change through livestock. In *Most* (Vol. 14, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.074>
- Gobierno de Honduras. (2023). Propuesta de nivel de referencia de emisiones forestales / Nivel de referencia Forestal . https://redd.unfccc.int/media/honduras_nref-2023-modified-version.pdf
- Guan, S., Qi, Z., Li, S., Du, S., & Xu, D. (2024). Effects of Rice Root Development and Rhizosphere Soil on Methane Emission in Paddy Fields. *Plants*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/plants13223223>

- Hergoualc'h, K., Akiyama, H., Bernoux, M., Chirinda, N., del Prado, A., Kasimir, A., McDonald, J. D., Ogle, S., Regina, K., van der Weerden, T. J., Liang, C., & Noble, A. (2019). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Refinement). Chapter 11 N₂O Emissions From Managed Soils, and Co₂ Emissions From Lime and Urea Application. In Agriculture.
- Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J., & Oosting, S. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO₂ emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. FAO Animal Production and Health , 177.
- ICF. (2023). Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Protocolo colecta de datos para la actualización de nivel de referencia forestal para Honduras. Gobierno de Honduras.
- INE. (2021). El parque vehicular de Honduras 2017-2021. <https://temp.ine.gob.hn/wp-content/uploads/2025/05/Parque-Vehicular-2017-2021.pdf>
- INE. (2022). Comportamiento de las importaciones y exportaciones de fertilizantes 2017-2021. Comportamiento de Las Importaciones y Exportaciones de Fertilizantes 2017-2021. Instituto Nacional de Estadística Honduras. <https://ine.gob.hn/estadisticas/3/>
- IPCC. (2006a). Capítulo 1: Introducción. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 3). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_1_Ch1_Introduction.pdf
- IPCC. (2006b). Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra: Vol. AFOLU.
- IPCC. (2006c). Capítulo 3. Eliminación de desechos sólidos. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 5). Japón.
- IPCC. (2006d). Capítulo 4. Tratamiento biológico de los desechos sólidos. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 5). Japón.
- IPCC. (2006e). Capítulo 5 Tierras de Cultivo. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.
- IPCC. (2006f). Capítulo 6: Garantía de calidad/ Control de calidad y Verificación. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.
- IPCC. (2006g). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>

- IPCC. (2006h). Emisiones de la industria de los minerales. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 3). Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_2_Ch2_Mineral_Industry.pdf
- IPCC. (2006i). Emisiones de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Vol. 3). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf
- IPCC. (2006j). Incertidumbres. In Orientación general y generación de informes. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. 1).
- IPCC. (2006k). Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Vol. 3). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_5_Ch5_Non_Energy_Products.pdf
- IPCC. (2019a). Chapter 12: Harvested Wood Products. In Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories .Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.
- IPCC. (2019b). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 10 Emissions From Livestock and Manure Management. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 4.
- IPCC. (2023a). Climate Change 2021: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC. (2023b). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H. L. and J. R. Core Writing Team, Ed.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- IRENA. (2023). Evaluación de la situación para el desarrollo de las energías renovables: Honduras. Internacional de Energías Renovables, Agencia. www.irena.org
- Komiya, S., Noborio, K., Katano, K., Pakoktom, T., Siangliw, M., & Toojinda, T. (2015). Contribution of Ebullition to Methane and Carbon Dioxide Emission from Water between Plant Rows in a Tropical Rice Paddy Field. International Scholarly Research Notices, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/623901>
- Koppmann, R., Von Czapiewski, K., & Reid, J. S. (2005). A review of biomass burning emissions, part I: gaseous emissions of carbon monoxide, methane, volatile organic compounds, and nitrogen containing compounds. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 5.
- Liao, J., Luo, Q., Hu, A., Wan, W., Tian, D., Ma, J., Ma, T., Luo, H., & Lu, S. (2022). Soil moisture–atmosphere feedback dominates land N₂O nitrification emissions and denitrification reduction. Global Change Biology, 28(21). <https://doi.org/10.1111/gcb.16365>

- McBride, A. C., & West, T. O. (2005). Estimating Net CO₂ Emissions From Agricultural Lime Applied to Soils in the U.S. AGU Fall Meeting Abstracts, 5(B41B-0191). https://www.researchgate.net/publication/234199624_Estimating_Net_CO2_Emissions_From_Agricultural_Lime_Applied_to_Soils_in_the_US
- Ngo Bieng, M. A., Delgado-Rodríguez, D., Vilchez-Mendoza, S., López-Sampson, A., García, E., Sepúlveda, N., & Somarriba, E. (2022). Tree diversity in a tropical agricultural-forest mosaic landscape in Honduras. Scientific Reports, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21280-7>
- Oxford Economics. (2018). Beneficios Económicos del Transporte Aéreo en Honduras. In Oxford Economics 2018.
- Padilla, A. E., & Elvir Barahona, C. B. (2012). Informe sobre la situación Actual de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Honduras. Tegucigalpa: Iniciativa de Asistencia Técnica y Fortalecimiento Institucional en la Gestión de los Residuos Sólidos para Centroamérica.
- Reyes-Avila, A. D., & Baxter, R. A. (2024). Assessment of urbanization impacts in Tegucigalpa urban greenness via normalized difference vegetation index. Trees, Forests and People, 18. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100680>
- Reyes, N. (2003). manual técnico para consultores agrícolas y productores. programa de arroz. comayagua, Honduras.
- Rivera, J. E., & Chará, J. (2021). CH₄ and N₂O Emissions From Cattle Excreta: A Review of Main Drivers and Mitigation Strategies in Grazing Systems. In Frontiers in Sustainable Food Systems (Vol. 5). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.657936>
- Schuetz, P. (2006). Evolución de la ganadería bovina en países de América Central. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI). Documento de Trabajo No. 205. <https://alliancebioiversityciat.org/publications-data/evolucion-de-la-ganaderia-bovina-en-paises-de-america-central-costa-rica>
- Senthilraja, K., Venkatesan, S., Udhaya Nandhini, D., Dhasarathan, M., Prabha, B., Boomiraj, K., Mohan Kumar, S., Bhuvaneswari, K., Raveendran, M., & Geethalakshmi, V. (2023). Mitigating Methane Emission from the Rice Ecosystem through Organic Amendments. Agriculture (Switzerland), 13(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture13051037>
- SERNA. (2013). Reglamento Interno de la Dirección Nacional de Cambio Climático - Acuerdo No. 1204-2013. No. 1204-2013. . https://biblioclima.serna.gob.hn/view_file/acuerdo-no-1204-2013-reglamento-interno-de-la-direccion-nacional-de-cambio-climatico/
- Shah, A., Huang, J., Han, T., Khan, M. N., Tadesse, K. A., Daba, N. A., Khan, S., Ullah, S., Sardar, M. F., Fahad, S., & Zhang, H. (2024). Correction to: Impact of soil moisture regimes on greenhouse gas emissions, soil microbial biomass, and enzymatic activity in long-term fertilized paddy soil (Environmental Sciences Europe, (2024), 36, 1, (120), 10.1186/s12302-024-00943-4). In Environmental Sciences Europe (Vol. 36, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00957-y>

- Siegmann, K., Bondarenko, E., & Scott, K. (2023). Honduras, moving towards becoming a more resilient and inclusive country in the face of climate change. World Bank Blogs. <https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/Honduras-more-resilient-country-climate-change>
- Trenberth, K. E., Fasullo, J. T., & Kiehl, J. (2009). Earth's global energy budget. Bulletin of the American Meteorological Society, 90(3). <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2634.1>
- UNFCCC. (2018). Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement.
- UNICEF Honduras. (2016). Ahora lo Urgente: Impacto de la sequía en las niñas, niños y adolescentes del corredor seco de Honduras. Ahora Lo Urgente: Impacto de La Sequía En Las Niñas, Niños y Adolescentes Del Corredor Seco de Honduras. <https://www.unicef.org/honduras/media/486/file/Ahora-lo-urgente-sequ%C3%ADa-estudio-2016.pdf>
- Vallejo, M. (2011). Evaluación Preliminar sobre Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras (Informe Final). Programa Reducción de Emisiones de La Deforestación y Degradación de Bosques En Centroamérica y República Dominicana (REDD – CCAD/GIZ). <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/2011-Analisis-de-la-Deforestacion-en-Honduras-REDD-CCAD-GiZ.pdf>

ANEXOS

Evaluación de la incertidumbre

Análisis de sensibilidad por sector

Energía

Considerando los resultados obtenidos para el año 2022, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el fin de identificar cuáles categorías aportan de manera más significativa a la incertidumbre total del sector Energía. Este análisis examinó cómo varía el resultado del modelo ante cambios en sus parámetros o variables de entrada. Para ello, se definieron los parámetros de entrada y sus rangos de incertidumbre, se generaron muestras para la evaluación del modelo y, posteriormente, se aplicó el análisis de sensibilidad, que permitió cuantificar la contribución porcentual de cada variable.

Los resultados indican que la variabilidad en la incertidumbre del sector Energía está dominada por las subcategorías 1.A.3.-CO₂ y 1.A.1.-CO₂, asociadas al transporte y a la producción de electricidad y calor, respectivamente. La subcategoría 1.A.3.-CO₂ es la más sensible, aportando alrededor del 59 % a la incertidumbre total del sector, mientras que 1.A.1.-CO₂ contribuye con un 39 %. Estos valores, representados en la Figura A-1, evidencian que ambas subcategorías concentran prácticamente la totalidad de la sensibilidad del sector Energía.

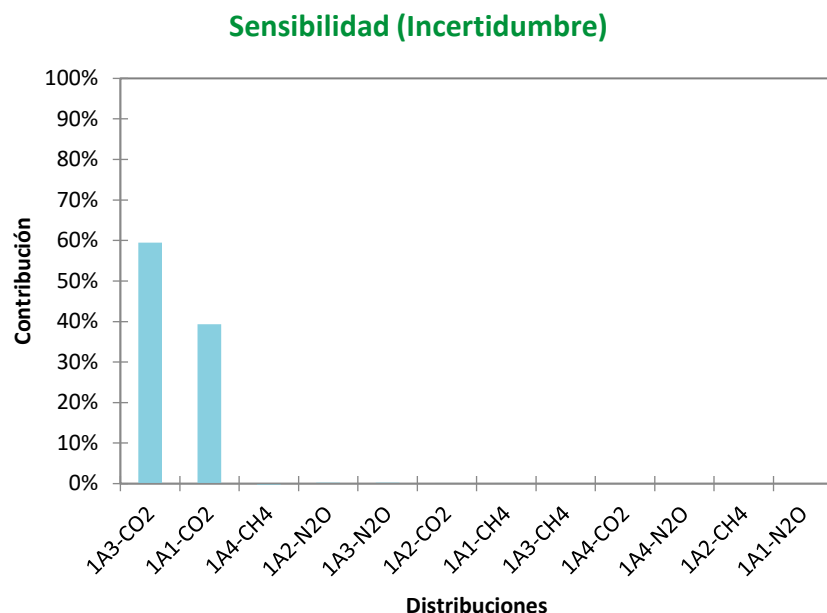


Figura A-1. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector energía en el año 2022.

Adicionalmente, la Figura A-2 muestra los rangos de variación asociados a las subcategorías más influyentes en la incertidumbre del sector Energía. Para 2022, la incertidumbre sectorial es de $\pm 12.51\%$, siendo la subcategoría 1.A.3.-CO₂ la que genera el mayor rango de variación, con un cambio de $\pm 0.64\%$. Esto implica que su influencia ajusta la incertidumbre total del sector entre 11.89% y 13.17% . En comparación, la subcategoría 1.A.1.-CO₂ produce un cambio de $\pm 0.53\%$, aportando una variación menor pero igualmente relevante dentro del comportamiento global de la incertidumbre.

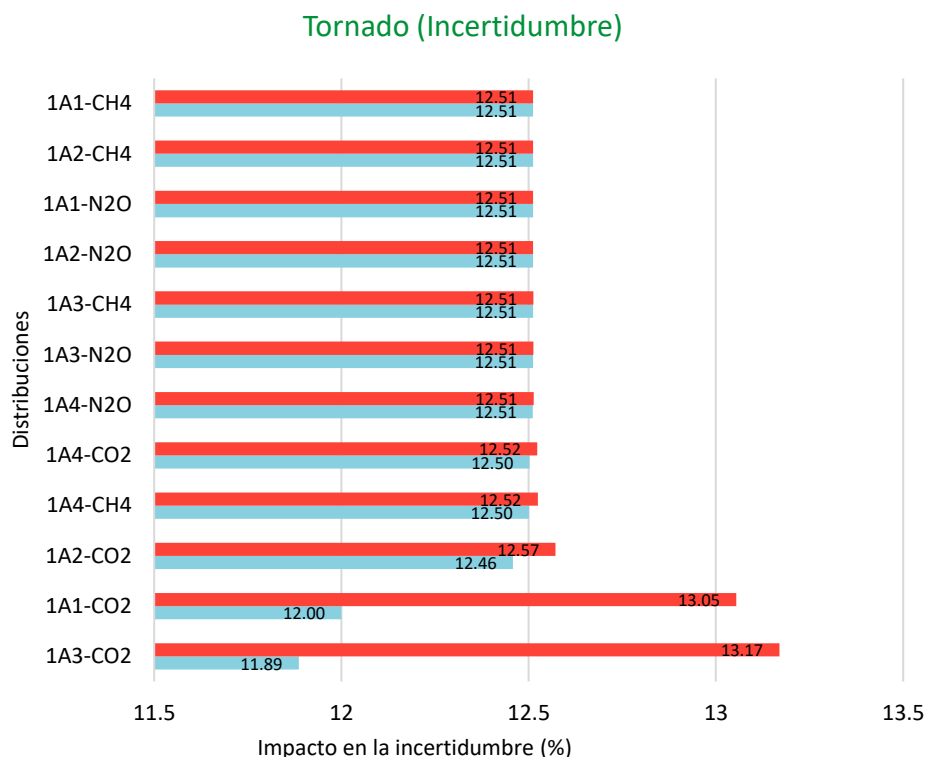


Figura A-2. Análisis de impacto en la incertidumbre para el sector energía para el año 2022.

Procesos Industriales y Uso de Productos

Considerando los resultados obtenidos para el año 2022, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el fin de identificar las categorías que contribuyen de manera más significativa a la incertidumbre total del sector PIUP. Este análisis examinó la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología aplicada contempló la definición de los parámetros y sus rangos de incertidumbre, la generación de las muestras necesarias para la evaluación del modelo y, posteriormente, la estimación de la contribución porcentual de cada parámetro mediante el análisis de sensibilidad.

Los resultados muestran que la variabilidad de la incertidumbre en el sector PIUP está dominada por tres subcategorías: 2.A.1.-CO₂, 2.F.1.-HFC-134a y 2.F.1.-HFC-125. Estas son las variables más influyentes, aportando aproximadamente el 57 %, 23 % y 18 %, respectivamente, a la

incertidumbre total del sector. Esto confirma que los procesos asociados a la producción de cemento y a la refrigeración y aire acondicionado son los principales impulsores de la incertidumbre dentro del PIUP (Figura A-3).

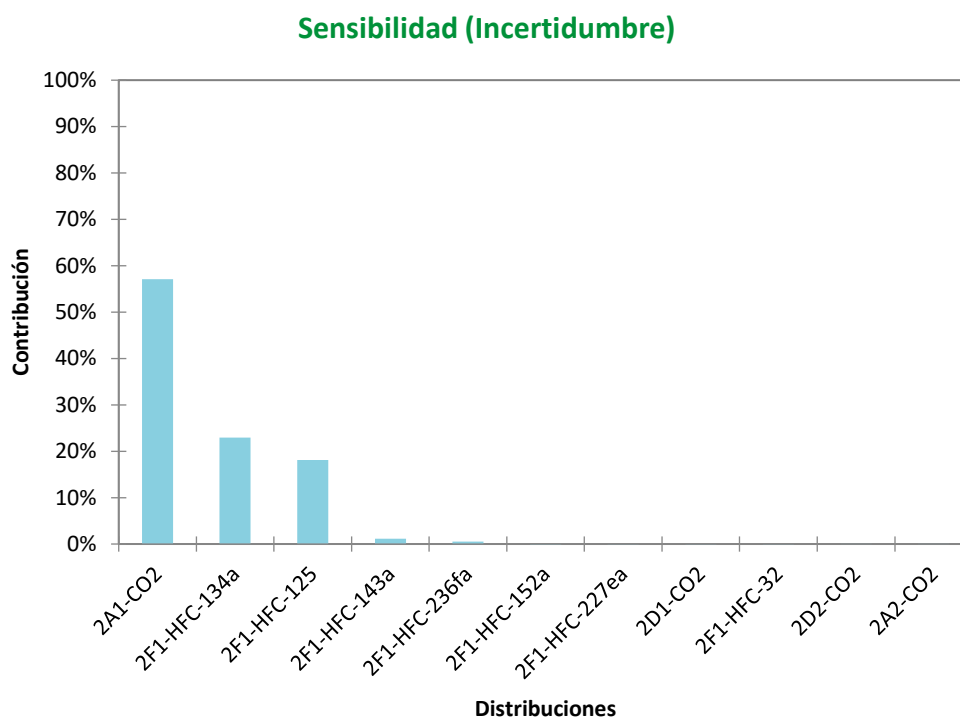


Figura A-3. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector PIUP en el año 2022.

Adicionalmente, la Figura A-4 muestra los rangos de variación asociados a las subcategorías más influyentes. Para 2022, la incertidumbre total del sector PIUP es del 19.07 %, siendo la subcategoría 2.A.1.-CO₂ la que genera el mayor rango de variación, con un cambio de ± 0.83 %. Esto implica que su influencia ajusta el intervalo total de incertidumbre del sector entre 18.26 % y 19.92 %. Por su parte, la subcategoría 2.F.1.-HFC-134a produce un cambio de ± 0.49 %, lo que indica una contribución menor al rango total, aunque sigue representando un componente relevante dentro del análisis de variabilidad del sector.

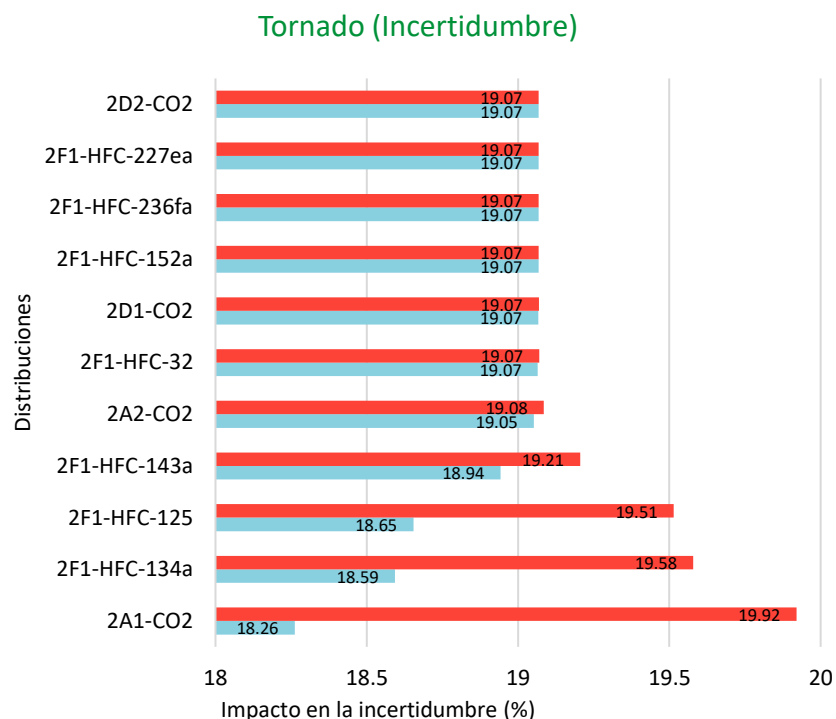


Figura A-4. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector PIUP en el año 2022.

Agricultura

Considerando los resultados obtenidos para el año 2022, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el fin de identificar las categorías que contribuyen de manera más significativa a la incertidumbre total del sector Agricultura. Este análisis examinó la variabilidad de los resultados del modelo frente a cambios en los parámetros o variables de entrada. La metodología utilizada incluyó la definición de los parámetros y sus rangos de incertidumbre, la generación de muestras para la evaluación del modelo y, posteriormente, la estimación de la contribución porcentual de cada variable a la incertidumbre total.

Los resultados indican que la variabilidad en la incertidumbre del sector está dominada casi en su totalidad por la subcategoría 3.A.1.-CH₄ (Ganado), la cual representa aproximadamente el 98 % de la contribución total. Este hallazgo refleja la alta sensibilidad del sector Agricultura a las emisiones de metano provenientes del ganado, consolidándose como la principal fuente de incertidumbre dentro del análisis (Figura A-5).

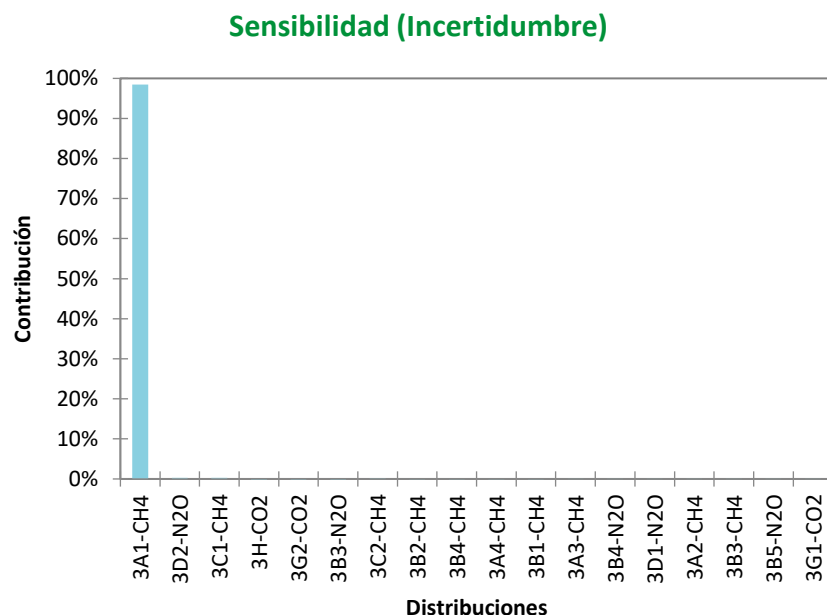


Figura A-5. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector agricultura en el año 2022.

Adicionalmente, la Figura A-6 muestra los rangos de variación asociados a esta subcategoría. Para el año 2022, la incertidumbre del sector Agricultura fue del 24.48 %, siendo 3.A.1-CH₄ la dupla que genera el mayor rango de variación, con un cambio de ± 2.43 %. Esto implica que esta subcategoría influye directamente en la incertidumbre total del sector, ajustando su intervalo entre 22.04 % y 26.91 %.

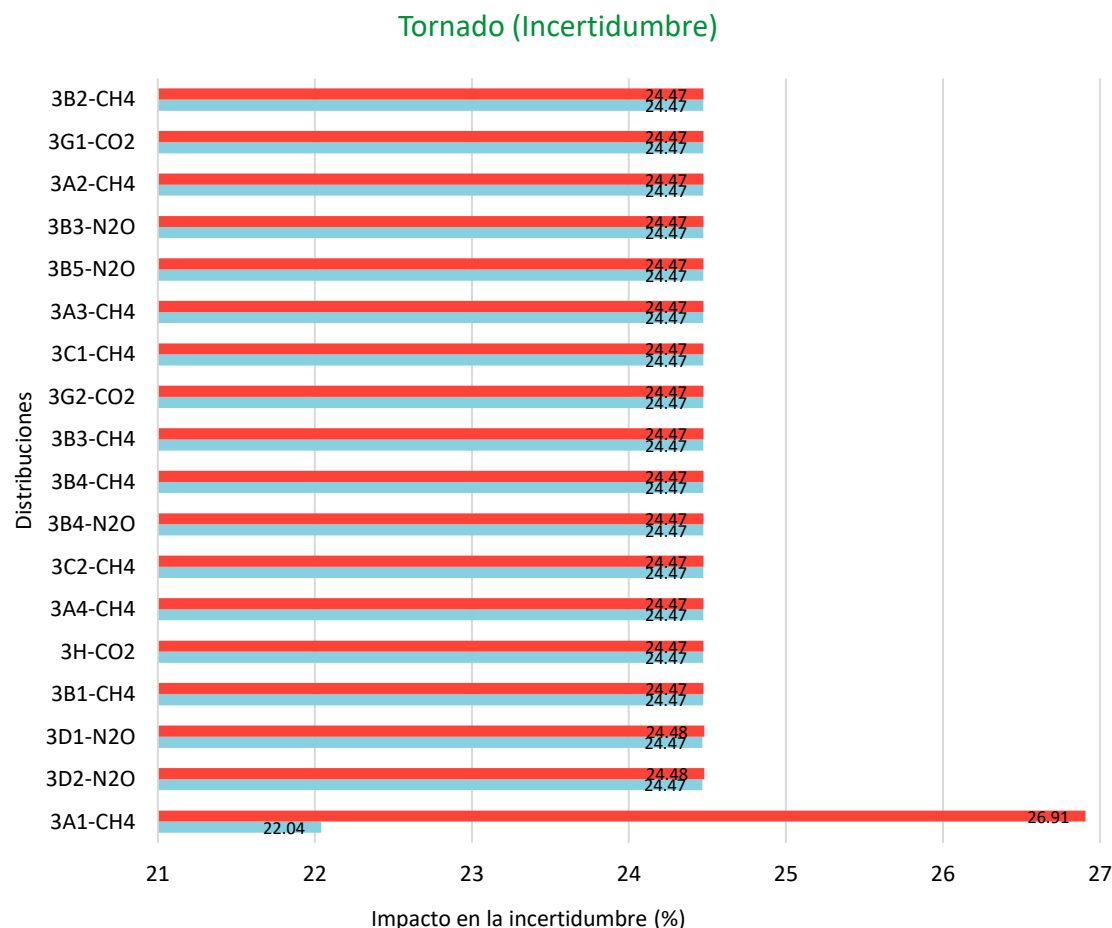


Figura A-6. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector agricultura en el año 2022.

Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

Considerando los resultados obtenidos para el año 2022, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el fin de identificar las categorías que contribuyen de manera más significativa a la incertidumbre global del sector UTCUTS. Este análisis examinó la variabilidad de los resultados del modelo ante cambios en los parámetros o variables de entrada. La metodología aplicada incluyó la definición de los parámetros y sus rangos de variación, la generación de muestras para la evaluación del modelo y, finalmente, el análisis de sensibilidad que permitió cuantificar la contribución porcentual de cada variable.

La incertidumbre del sector UTCUTS, particularmente en lo relacionado con las absorciones, está dominada por la subcategoría 4.A.1.-CO₂_Abs, la cual representa la relación más sensible del

sector. Esta dupla aporta aproximadamente el 99 % de la incertidumbre total, destacándose como el principal factor que determina la variabilidad estimada (Figura A-7).

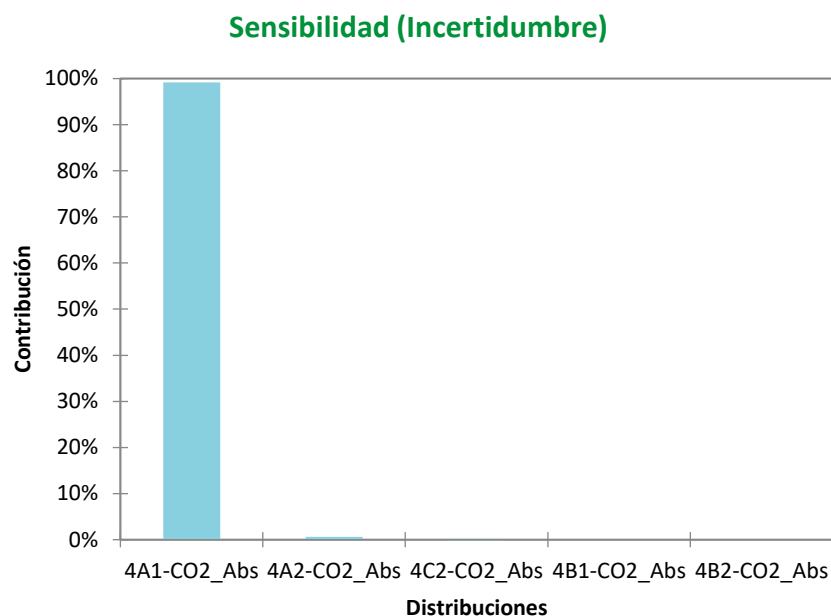


Figura A-7. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector UTCUTS absorciones en el año 2022.

Adicionalmente, la Figura A-8 muestra los rangos de variación asociados a esta subcategoría. Para el año 2022, la incertidumbre del sector UTCUTS fue del 22.98 %, siendo 4.A.1-CO₂ la dupla que genera el mayor rango de variación, con un cambio de ± 2.29 %. Esto implica que dicha subcategoría influye directamente en el intervalo total de incertidumbre del sector, ajustándolo entre 20.69 % y 25.26 %.

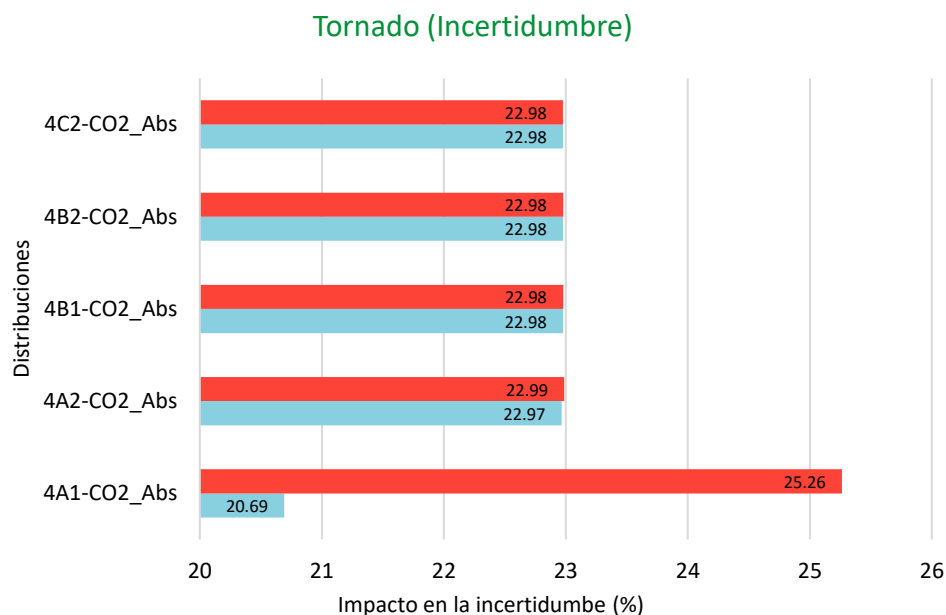


Figura A-8. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector UTCUTS absorciones en el año 2022.

En contraste, la variabilidad en la incertidumbre del sector UTCUTS asociada a emisiones se explica principalmente por la subcategoría 4.C.2.-CO₂, la cual presenta el mayor grado de sensibilidad. Esta dupla aporta cerca del 99 % de la incertidumbre total del sector, consolidándose como el principal factor de variación (Figura A-9).

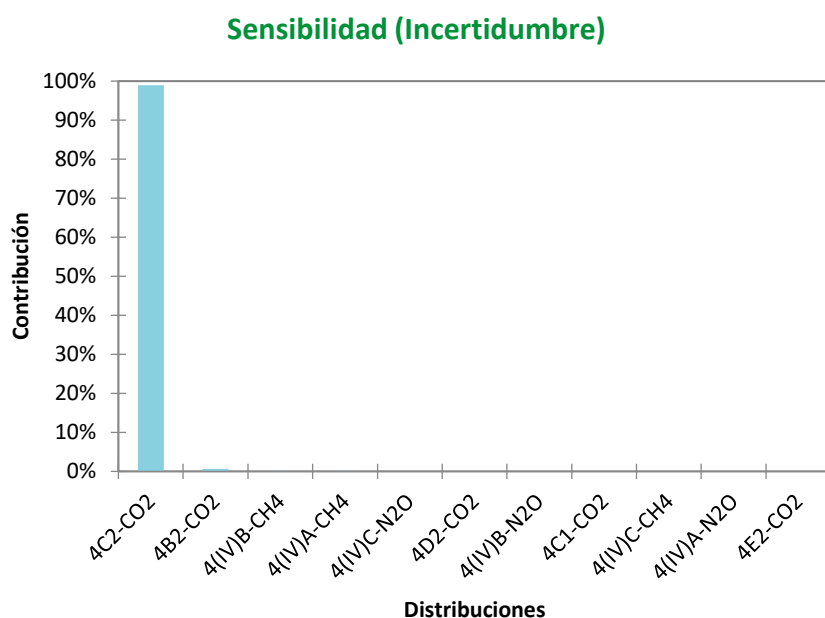


Figura A-9. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector UTCUTS emisiones en el año 2022.

Asimismo, la Figura A-10 muestra los rangos de variación asociados a esta subcategoría. Para 2022, la incertidumbre del sector en el componente de emisiones fue del 30.03 %, siendo 4.C.2.- CO₂ la dupla que genera el mayor rango de variación, con un cambio de ± 2.98 %. Esto implica que dicha subcategoría influye directamente en la incertidumbre total del sector, ajustando su valor entre 27.04 % y 33.01 %.

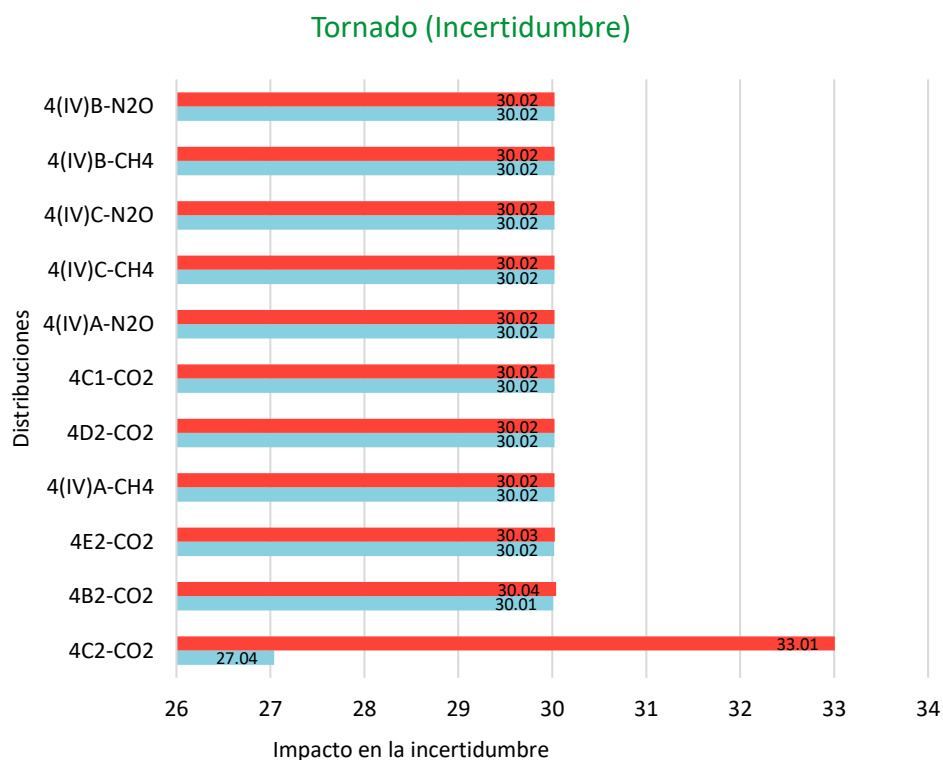


Figura A-10. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector UTCUTS emisiones en el año 2022.

Residuos

Con base en los resultados obtenidos para el año 2022, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el propósito de identificar las categorías que influyen de manera más significativa en la incertidumbre total del sector Residuos. Este análisis examinó cómo varía la respuesta del modelo ante cambios en sus parámetros o variables de entrada. La metodología aplicada incluyó la definición de los parámetros y sus rangos de incertidumbre, la generación de muestras para alimentar el modelo y, posteriormente, la evaluación cuantitativa de la contribución porcentual de cada variable a la incertidumbre sectorial.

Los resultados indican que la variabilidad de la incertidumbre en el sector Residuos está dominada por las subcategorías asociadas al gas metano (CH_4), específicamente 5.D.1.- CH_4 y 5.A.3.- CH_4 . La subcategoría 5.D.1.- CH_4 se identifica como la más sensible, aportando aproximadamente el 84 % de la incertidumbre total del sector, mientras que 5.A.3.- CH_4 contribuye con el 16 % restante (ver Figura A-11). Esto evidencia el rol determinante del metano en la variabilidad de las estimaciones del sector.

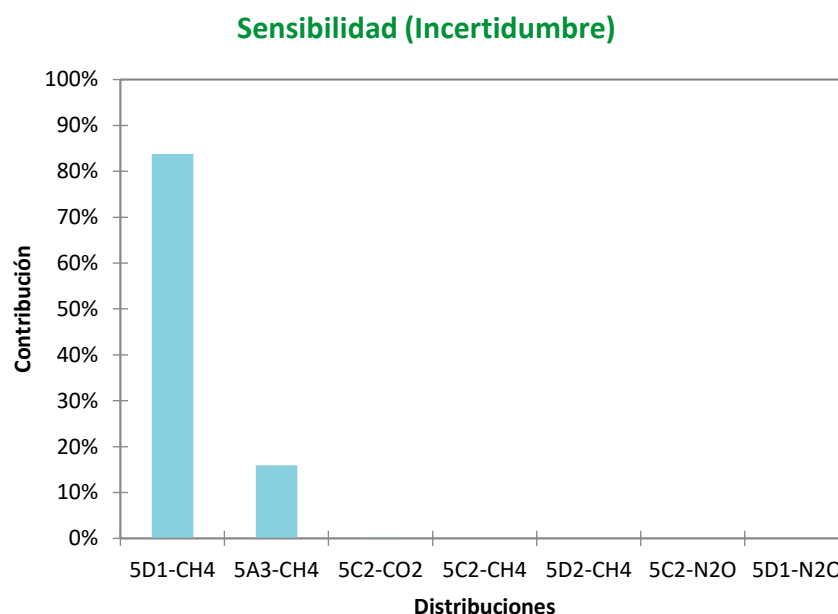


Figura A-11. Resultados de la sensibilidad para la incertidumbre para el sector Residuos en el año 2022.

Asimismo, la Figura A-12 muestra los rangos de variación asociados a las subcategorías que inciden en la incertidumbre del sector. Para 2022, la incertidumbre total del sector Residuos fue estimada en 19.87 %. Dentro de este valor, la subcategoría 5.D.1.- CH_4 genera el mayor rango de variación, con un impacto de ± 1.34 %, lo que ajusta la incertidumbre sectorial a un intervalo comprendido entre 18.54 % y 21.23 %. En contraste, la subcategoría 5.A.3.- CH_4 produce un cambio de ± 0.58 %, contribuyendo de forma menos pronunciada al rango total de incertidumbre. Esto confirma que la mayor sensibilidad del sector está concentrada en las emisiones de metano provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas.

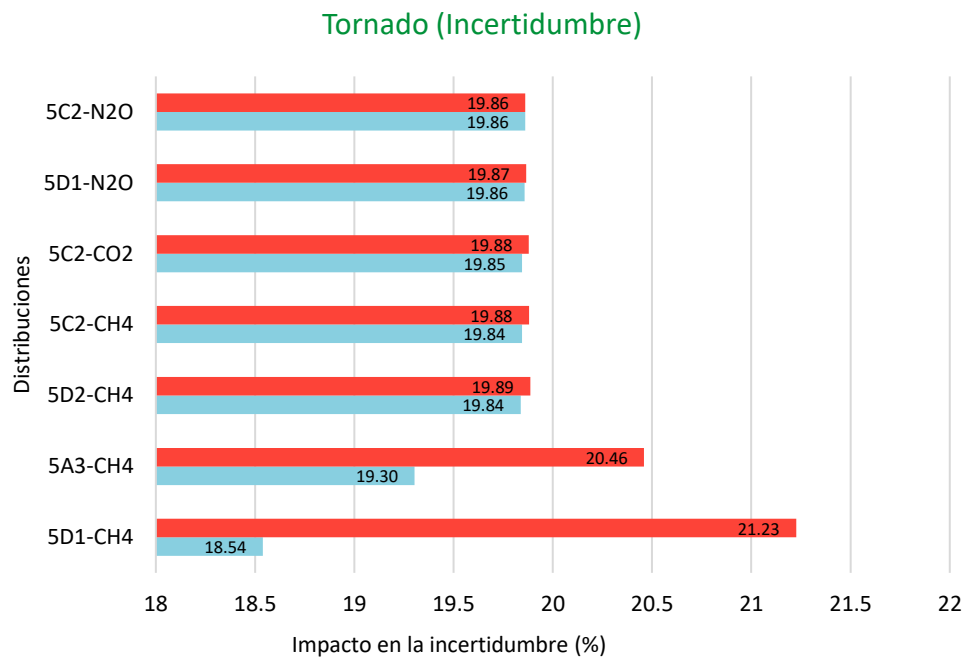


Figura A-12. Rangos de variación que produce un cambio en la incertidumbre del sector Residuos en el año 2022.