

INGEI 2016

INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
DEL AÑO 2016 Y ACTUALIZACIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE
LOS AÑOS 2000, 2005, 2010, 2012 Y 2014

Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales
Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
Mayo, 2021

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014

Preparado por:

Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales
Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
Dirección de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Mayo, 2021

Esta publicación ha sido elaborada gracias a los Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 de los sectores gubernamentales:

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía 2016 – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas**Ministerio de Energía y Minas**

Dirección General de Eficiencia Energética

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía 2016 – Combustión Móvil**Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

Dirección General de Asuntos Ambientales

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Procesos Industriales y Uso de Productos 2016 y Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos 2016 – Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**Ministerio de la Producción**

Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Agricultura 2016**Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego**

Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura 2016**Ministerio del Ambiente**

Dirección General de Cambio Climático y Desertificación

Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos 2016 – Eliminación de Desechos Sólidos e Incineración Abierta de Desechos Sólidos**Ministerio del Ambiente**

Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos 2016 – Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas**Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

Dirección General de Asuntos Ambientales

TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	5
RESUMEN EJECUTIVO	10
1. INTRODUCCIÓN	35
2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL INGEI	36
2.1. Organización para la elaboración del INGEI	36
2.2. Herramientas para la elaboración del INGEI.....	39
2.3. Asistencia técnica a las entidades competentes.....	41
2.4. Elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	59
2.5. Difusión del INGEI.....	60
2.6. Revisión externa del INGEI 2016	60
3. METODOLOGÍA APLICADA.....	61
3.1. Metodología para el cálculo de las emisiones y remociones de GEI	61
3.2. Metodología para el análisis de incertidumbre	63
3.3. Metodología para el análisis de categorías principales	65
3.4. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal.....	65
4. RESULTADOS NACIONALES.....	67
4.1. Emisiones y remociones del INGEI 2016	67
4.2. Incertidumbre	80
4.3. Categorías principales	80
4.4. Serie temporal.....	86
5. RESULTADO DEL SECTOR ENERGÍA – COMBUSTIÓN ESTACIONARIA Y EMISIONES FUGITIVAS.....	90
6. RESULTADO DEL SECTOR ENERGÍA - COMBUSTIÓN MÓVIL.....	119
7. RESULTADO DEL SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	146
8. RESULTADO DEL SECTOR AGRICULTURA.....	188
9. RESULTADO DEL SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA.....	230
10.RESULTADO DEL SECTOR DESECHOS.....	293
11.ELEMENTOS RECORDATORIOS	325
12.EMISIONES INFORMATIVAS.....	326
13.BIBLIOGRAFÍA	327
14.ANEXOS.....	332
ANEXO I: Tablas de reporte sectorial del IPCC.....	333
Anexo 1. 1 Evolución de las emisiones por tipo de gas.....	333
Anexo 1. 2 Tablas de reporte para el sector Energía	342
Anexo 1. 3 Tablas de reporte para el sector PIUP.....	350
Anexo 1. 4. Tablas de reporte para el sector ASOUT	352
Anexo 1. 5. Tablas de reporte para el sector Desechos	358

ANEXO II. Resultados detallados del análisis de incertidumbre	361
ANEXO III. Procedimientos de Control de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas	363
ANEXO IV.a Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – US EPA.....	368
ANEXO IV.b Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – Revisores de inventarios CMNUCC.....	379
ANEXO VV. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil.....	385
ANEXO VI.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil - US EPA	389
ANEXO VIVI.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil - Revisores de inventarios CMNUCC	395
ANEXO VII. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos	399
ANEXO VIII.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - US EPA.....	408
ANEXO VIII.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - Revisores de inventarios CMNUCC.....	411
ANEXO IX. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Agricultura	415
ANEXO X.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC	421
ANEXO X.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC.....	427
ANEXO XI. Procedimientos de Control de Calidad – Sector UTCUTS	436
ANEXO XII.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC.....	441
ANEXO XII.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS - Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC.....	448
ANEXO XIII. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Desechos.....	455
ANEXO XIV. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Desechos – Revisores de inventarios de la CMNUCC	457

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

A	Asentamientos
AAA	Suelos con minerales de Arcilla de Alta Actividad
ABA	Suelos con minerales de Arcilla de Baja Actividad
AdP	Aeropuertos del Perú
AILAC	Asociación Independiente de América Latina y el Caribe
ANA	Autoridad Nacional del Agua
API	Instituto Americano de Petróleo (del inglés <i>American Petroleum Institute</i>)
APN	Autoridad Portuaria Nacional
ASOUT	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (equivalente a AFOLU por sus siglas en inglés: <i>Agriculture, Forestry and Other Land Uses</i>)
BCEF	Factor de expansión y conversión de biomasa (del inglés <i>Biomass Conversion and Expansion Factors</i>)
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
BLS	Barriles Estándar de Petróleo
BMUB	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear
BNE	Balance Nacional de Energía
Bo	Capacidad máxima de producción de metano
C	Carbono
CaO	Cal
CC	Control de calidad
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CH ₄	Metano
CKD	Clinker (del inglés <i>Cement Clinker Dust</i>)
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CMNUCC	Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
°C	Grados centígrados
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono equivalente
COD	Compuesto Orgánico Degradable
CODf	Fracción de carbono orgánico disuelto que se descompone bajo condiciones anaeróbicas
CODm	Carbono Orgánico Disuelto depositado
CODmat	CODm acumulado en los sitios de disposición final al final del año T
CODmat-1	CODm acumulado en los sitios de disposición final al final del año T-1
COES	Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
COP	Conferencia de las Partes
CORPAC	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
COS	Carbono Orgánico del Suelo
COS _{ref}	Valor de referencia de las reservas de Carbono Orgánico del Suelo
COVDM	Compuesto Orgánico Volátil Diferente del Metano
DB	Densidad Básica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DEA	Dirección General de Estadística Agraria
DEAM	Dirección de Evaluación Ambiental
DERN	Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales
DGA	Dirección General Agrícola

DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DGAA	Dirección General de Asuntos Ambientales
DGAAA	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios
DGAAMI	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria
DGAAMPA	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas
DGCCD	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
DGE	Dirección General de Electricidad
DGEE	Dirección General de Eficiencia Energética
DGESEP	Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas
DGPR	Dirección General de Políticas y Regulación
DGRS	Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos
dm	Materia seca (del inglés <i>dry matter</i>)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRI	Hierro Directamente Reducido (del inglés <i>Direct Reduction Iron</i>)
DS	Decreto Supremo
DTU	Universidad Técnica de Dinamarca (del inglés <i>Technical University of Denmark</i>)
EAF	Horno de Arco Eléctrico (del inglés <i>Electric Arc Furnace</i>)
ECAM	Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y las Emisiones de Carbono (del inglés <i>The Energy Performance and Carbon Emissions Assessment and Monitoring</i>)
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente (del inglés <i>European Environmental Agency</i>)
EMEP	<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i>
EPS	Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento
ESA	Agencia Espacial Europea (del inglés <i>European Space Agency</i>)
EVP	Establecimiento de Venta al Público
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (del inglés <i>Food and Agriculture Organization</i>)
FAOSTAT	Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (del inglés <i>The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database</i>)
FC	Fracción de Carbono
FCM	Factor de Corrección de Metano
FE	Factor de Emisión
F _i	Factor por defecto de cambio de las existencias para Entrada (del inglés <i>Input</i>)
F _{LU}	Factor por defecto de cambio de las existencias para Uso de la Tierra (del inglés <i>Land Use</i>)
F _{MG}	Factor por defecto de cambio de las existencias para Gestión (del inglés <i>Management</i>)
FOD	Descomposición de primer orden (del inglés <i>First Order Decay</i>)
FRA	Evaluación de los recursos forestales mundiales (del inglés <i>Forest Resources Assessment</i>)
FSC	Consejo de Administración Forestal (del inglés <i>Forest Stewardship Council</i>)
FSN	Fijación Simbiótica de Nitrógeno
GC	Garantía de la Calidad
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gg	Gigagramo
GgCH ₄	Gigagramos de Metano
GgCO ₂ eq	Gigagramos de Dióxido de Carbono equivalente
GgN ₂ O	Gigagramos de Óxido Nitroso
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNV	Gas Natural Vehicular

GPC	Generación Per Cápita
GTA	Grupo Técnico de Apoyo para la elaboración del RAGEI del sector UTCUTS
H	Humedales
ha	Hectáreas
Hab	Habitantes
HFC	Hidrofluorocarbonos
HNO ₃	Ácido nítrico
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INFOCARBONO	Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
InfoBase	Información base
InfoProc	Información procesada
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIQBF	Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (del inglés <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
k	Constante de reacción
kg	Kilogramo
LAP	Lima Airport Partners
LU	Uso de suelo (del inglés <i>Land Use</i>)
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MJ	Mega Joules
mm	Milímetros
MMCB	Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques
MOM	Materia Orgánica Muerta
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
MYPE	Micro y Pequeña Empresa
MIPYME	Micro, Pequeña y Mediana Empresa
N	Nitrógeno
ND	No disponible
N ₂ O	Óxido nitroso
NA	No Aplica
NAMA	Medidas de Mitigación Apropriadas para cada País (del inglés <i>National Appropriate Mitigation Actions</i>)
NE	No Estimado
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
NH ₃	Amoniaco
NO	No Ocurre
NO _x	Óxidos de Nitrógeno
NR	No Realizado
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación del Bioma Amazónico

OBP2003	Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OGEIEE	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OT	Otras Tierras
OXt	Factor de Oxidación durante el año T
P	Pastizales
PBI	Producto Bruto Interno
PCG	Potencial de Calentamiento Global (GWP en inglés, <i>Global Warming Potential</i>)
P _{frac}	Fracción de la población que quema residuos
PFC	Perfluorocarbonos
PIUP	Procesos Industriales y Uso de Productos
PMACC	Planes de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático
PNCBMCC	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (del Inglés UNEP: <i>United Nations Environment Programme</i>)
PRODUCE	Ministerio de la Producción
PTAR	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
RAGEI	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
RAGEI 2016	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del año 2016
RedINGEI	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
RER	Recursos Energéticos Renovables
RSM	Residuos Sólidos Municipales
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
s/f	Sin fecha
SCOP	Sistema de Control de Órdenes de Pedido de Combustibles
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SF _w	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo
SF _p	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo
SEPA	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola
SEPGA	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SIEA	Sistema Integrado de Estadística Agraria
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIGERSOL	Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SME	Sistema de Manejo de Estiércol
SO ₂	Dióxido de Azufre
SO _x	Óxido de Azufre
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
SUNAT	Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria
TACCC	Transparencia, precisión, exhaustividad, consistencia, comparabilidad (del inglés <i>Transparency, Accuracy, Completeness, Consistency, Comparability</i>)
TAM	Masa Típica Animal (del inglés <i>Typical Animal Mass</i>)

TC	Tierras de Cultivo
TCTC	Tierras de Cultivo que permanecen como Tierras de Cultivo
TF	Tierras Forestales
TFT	Transistor de películas finas (del inglés <i>Thin Film Transistor</i>)
TFTF	Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales
TJ	Tera Joules
Ton	Toneladas
US EPA	Protección Ambiental de los Estados Unidos (del inglés <i>United States Environmental Protection Agency</i>)
UNALM	Universidad Nacional Agraria la Molina
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
VAB	Valor Agregado Bruto
VCN	Valor Calórico Neto
WaCCliM	Empresas de Servicios de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático (del inglés <i>The Water and Wastewater Companies for Climate Change</i>)

RESUMEN EJECUTIVO

El Gobierno del Perú, a través del presente documento hace llegar a la comunidad nacional e internacional su Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 (INGEI 2016), en cumplimiento de los compromisos y obligaciones como parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El INGEI 2016 ha sido elaborado acorde a la Ley Marco sobre Cambio Climático¹ (LEY N° 30754) y del INFOCARBONO² (Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM), que encargan al Ministerio del Ambiente (MINAM) la elaboración periódica de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en coordinación con las entidades públicas competentes³. Asimismo, ha sido elaborado siguiendo las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”.

La elaboración del INGEI 2016 recoge por primera vez la representación coherente de las tierras de los tres biomas que componen el territorio nacional: Amazonía, Costa y Sierra del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT), representando así una mejora significativa respecto a los reportes anteriores (antes solo se reportaba Amazonía). De esta manera, el Perú ha aplicado de manera satisfactoria las Directrices del IPCC de 2006 en su totalidad, adelantándose al cumplimiento de los nuevos requerimientos del Marco Reforzado de Transparencia⁴, dispuesto en el Acuerdo de París, ratificado mediante Decreto Supremo N° 058-2016-RE, que serán operativizados a través del INFOCARBONO, herramienta del MRV de mitigación del Sistema para el Monitoreo de las Medidas de Adaptación y Mitigación establecidos en el artículo 32 y 51 del Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático.

El INGEI 2016 incluye las emisiones y remociones de dióxido de carbono (CO₂), las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), en los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014. Las emisiones y remociones reportadas han sido expresadas en términos de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) empleando el Poder de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su Segundo Informe de Evaluación⁵.

En ese contexto, el informe se compone por 14 capítulos cuyo contenido comprende en su primer capítulo, el alcance del INGEI 2016 y el marco institucional para la elaboración del mismo. Tras ello, en el capítulo 2, se describe el arreglo institucional para la elaboración del INGEI y el proceso de elaboración de los Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI), haciendo énfasis en las acciones llevadas a cabo para la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006.

¹ Ley Marco sobre Cambio Climático. Recuperado de: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-marco-sobre-cambio-climatico-ley-n-30754-1638161-1>

² Disposiciones para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/12/DS-013-2014-MINAM.pdf>

³ Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de la Producción, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el mismo Ministerio del Ambiente.

⁴ Las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco de Transparencia para la acción y apoyo referido en el Artículo 13 del Acuerdo de París, adoptado en la Decisión 18/CMA.1 de la CMNUCC, establece que las Partes deberán presentar su primer informe bienal de transparencia y su informe del inventario nacional (aplicando las Directrices del IPCC de 2006 y cualquier versión o refinamiento posterior), a más tardar el 31 de diciembre de 2024.

Recuperado de: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf

⁵ PCG del CO₂ = 1; PCG del CH₄ = 21 y PCG del N₂O = 310

Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf

El capítulo 3 describe el cálculo de las emisiones y remociones de GEI, así como las metodologías para el análisis de la incertidumbre y categorías principales. Seguidamente, el capítulo 4 da cuenta de los resultados nacionales del año 2016 y la actualización de los resultados de los años 2000, 2005, 2010, 2012, y 2014. Asimismo, se incluye los resultados del análisis de incertidumbre y de categorías principales.

Del capítulo 5 a la 10 se presentan los resultados por sectores de fuentes de emisión y sumideros que establece el IPCC: (i) Energía (capítulo 5 y 6), (ii) Procesos industriales y uso de productos (capítulo 7), (iii) Agricultura (capítulo 8), (iv) Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (capítulo 9), y (v) Desechos (capítulo 10).

Posteriormente, en los capítulos 11 y 12, se describen los resultados de los elementos recordatorios y emisiones informativas, respectivamente. Tras ello, en el capítulo 13 y 14 se presenta la bibliografía de la información empleada y los anexos.

Finalmente, el INGEI presenta de manera transparente los resultados de las estimaciones, los métodos aplicados, la información utilizada y los procedimientos llevados a cabo para cada fuente de emisión y remoción evaluada, gracias a la participación de los sectores vinculados al INFOCARBONO. El Ministerio del Ambiente expresa su reconocimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron con información y desde su especialidad, para la elaboración de este documento, que al igual que los RAGEI está a disposición en la página web del INFOCARBONO, y hace un llamado a todos los peruanos para continuar e intensificar la colaboración y el esfuerzo conjunto para afrontar los retos que impone el cambio climático.

Proceso de elaboración del INGEI (ver Capítulo 2)

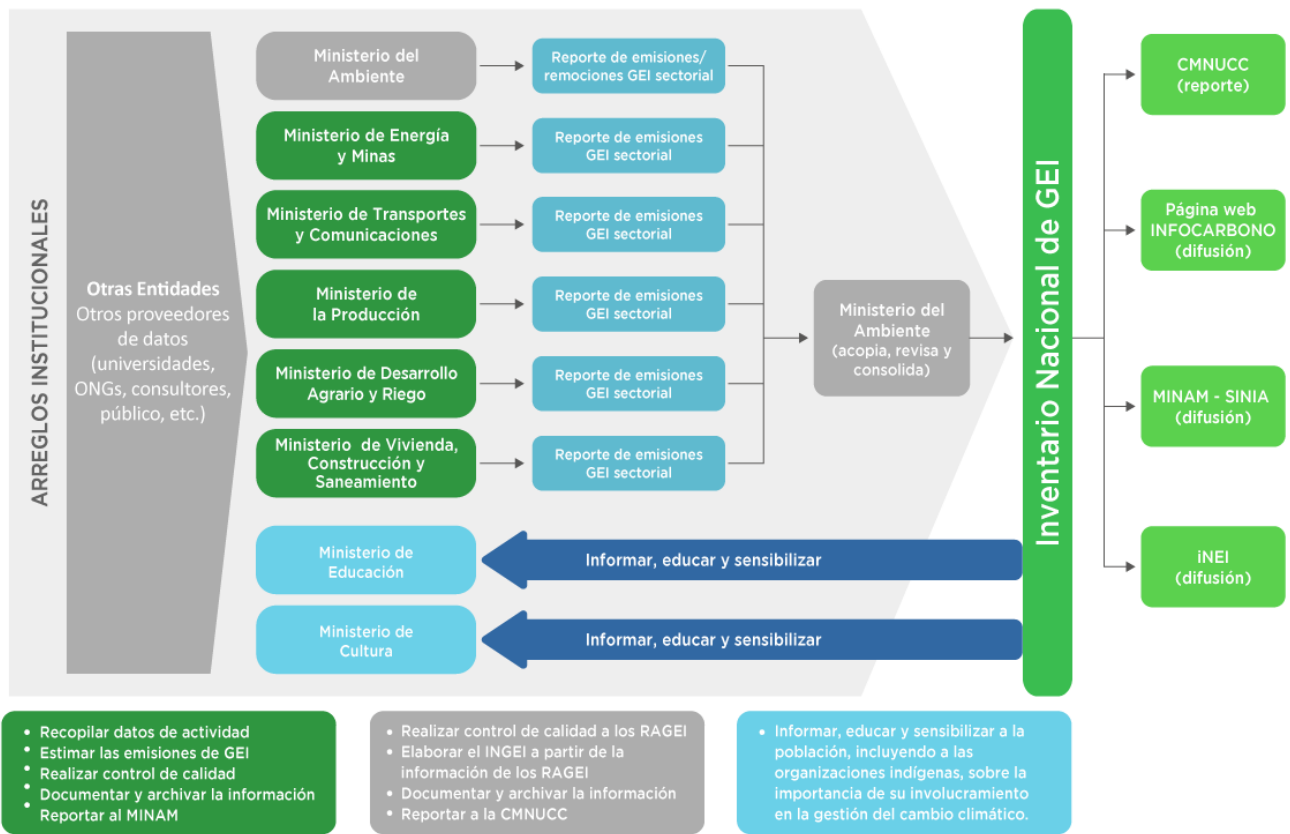
El INGEI 2016 ha sido elaborado en el marco del INFOCARBONO bajo la conducción del Ministerio del Ambiente y gracias a la información reportada por el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Ministerio de la Producción, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego y el mismo Ministerio del Ambiente en sus respectivos RAGEI.

Los RAGEI son inventarios de GEI sectoriales que se han organizado de acuerdo al alcance de las funciones de cada entidad competente según lo establecido en la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM⁶. La integración de todos los RAGEI para la elaboración del INGEI se encuentra a cargo del MINAM, una vez culminado el informe se presenta oficialmente a la CMNUCC y se difunde a nivel nacional a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y de la página web INFOCARBONO (<https://infocarbono.minam.gob.pe/>). Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), a través del Anuario de Estadísticas Ambientales, es el encargado de publicar los resultados del INGEI.

La organización de este trabajo se resume en la siguiente figura, donde también se incluye la participación de otras entidades.

⁶ Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM. Aprobar las guías para la elaboración de reportes anuales de gases de efecto invernadero y la difusión del inventario nacional de gases de efecto invernadero. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-168-2016-minam/>

Esquema de funcionamiento del INFOCARBONO



Fuente: Elaboración propia

El siguiente cuadro muestra la asignación de los RAGEI, según sectores IPCC, para cada una de las entidades competentes del INFOCARBONO.

Asignación de los RAGEI, según sectores IPCC, para cada entidad competente

Entidad competente	Oficinas de la entidad competente que participa en la elaboración del RAGEI	Nombre del RAGEI	Sector del IPCC que cubre el RAGEI
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios	RAGEI del sector Agricultura, categorías: Ganado, Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO ₂ en la tierra	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT)
	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)	RAGEI del sector Uso de la Tierra, Cambio de uso de la Tierra y Silvicultura ⁷ (UTCUTS), categorías: Tierras, Quema de biomasa en tierras forestales.	
Ministerio del Ambiente	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático		

⁷ De acuerdo con la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM, la elaboración del RAGEI del sector UTCUTS está a cargo del Grupo Técnico de Apoyo (GTA) donde participan la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) y el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático (PNCBMCC) del Ministerio del Ambiente (MINAM), y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).

Entidad competente	Oficinas de la entidad competente que participa en la elaboración del RAGEI	Nombre del RAGEI	Sector del IPCC que cubre el RAGEI
	Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos	RAGEI del sector Desechos, categoría: Eliminación de desechos sólidos, incineración e incineración abierta de desechos sólidos	Desechos
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Dirección General de Asuntos Ambientales	RAGEI del sector Desechos, categoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales, subcategoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	
Ministerio de la Producción	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria	RAGEI del sector desechos, categoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales, subcategoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	
		RAGEI del sector procesos industriales y uso de productos, categorías: industria de los minerales, industria química e industria de los metales	Procesos industriales y uso de productos (PIUP)
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Dirección General de Asuntos Ambientales	RAGEI del sector energía, categoría: combustión móvil	Energía
Ministerio de Energía y Minas	Dirección General de Eficiencia Energética	RAGEI de Energía, categorías: combustión estacionaria y emisiones fugitivas	

Fuente: Elaboración propia.

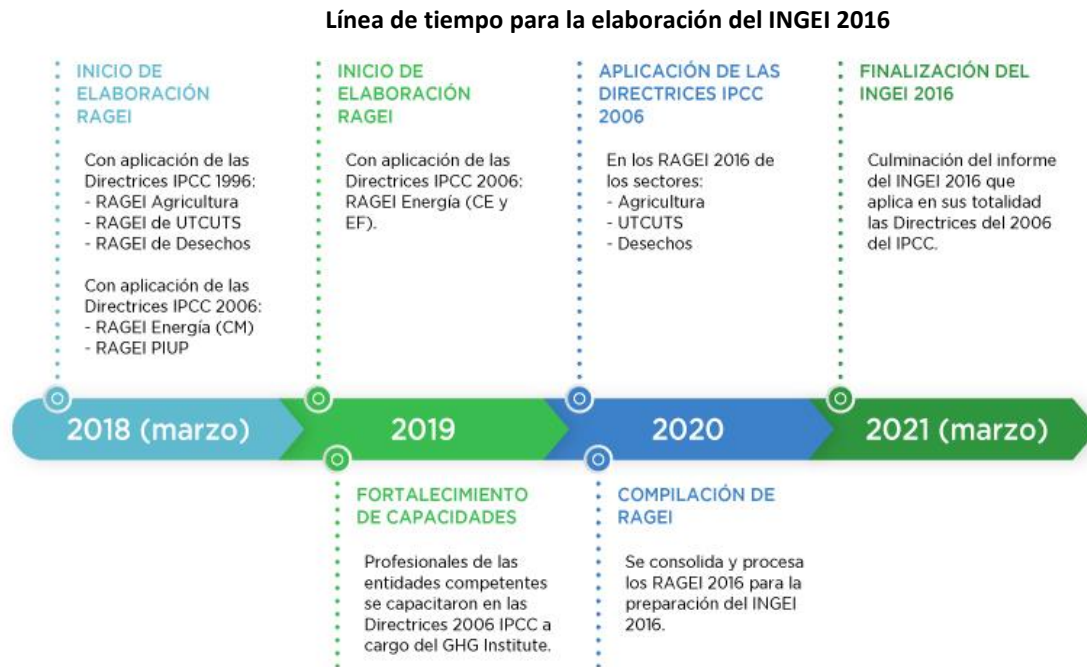
Asimismo, en línea con lo establecido en la mencionada Resolución, para la elaboración del RAGEI del sector UTCUTS se conformó el Grupo Técnico de Apoyo (GTA) donde participan la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) y el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático (PNCBMCC) del Ministerio del Ambiente (MINAM), y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).

El proceso de elaboración del INGEI 2016 ha considerado las lecciones aprendidas y las recomendaciones de mejora del reporte anterior (INGEI 2014), por lo que, el MINAM priorizó el desarrollo de actividades para lograr:

- Construir y fortalecer las capacidades de los equipos técnicos de inventario de GEI sobre las Directrices del IPCC de 2006, y
- Asistir a las entidades competentes en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006, en aquellos sectores que aún utilizaban las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996 (Desechos y Agricultura) y las

Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura – OBP2003 (UTCUTS).

En la siguiente figura se muestra la línea de tiempo que resume las actividades desarrolladas para la elaboración del INGEI 2016, en el marco del INFOCARBONO.



Fuente: Elaboración propia

Por último, es importante destacar que, si bien el INGEI contiene áreas de mejora, como todos los inventarios de GEI a nivel internacional, se considera que los resultados son de calidad ya que han pasado por procesos exhaustivos de control de calidad (a cargo de los profesionales que han participado en las estimaciones) y de la garantía de calidad (a cargo de reconocidos revisores internacionales de inventarios de GEI).

Metodología aplicada (ver Capítulo 3)

Metodología para el cálculo de las emisiones y remociones de GEI

El INGEI 2016 se elaboró aplicando las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Además, para su elaboración se tomó en cuenta los requisitos de información de las Directrices de la Convención para los informes bienales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (anexo III de la Decisión 2/CP.17) y las Directrices para la elaboración de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (anexo de la Decisión 17/CP.8).

En cada sector del INGEI 2016, se incluyeron las categorías y subcategorías fuentes de emisiones y remociones existentes en el país en las cuales se contó información sobre los de datos de actividad, factores de emisión y los parámetros necesarios para las estimaciones.

Se aplicaron, fundamentalmente, métodos de Nivel 1, con factores de emisión por defecto y datos de actividad generados por instituciones nacionales. En algunas fuentes se aplicaron métodos de Nivel 2 y 3, con factores de emisión propios de país y por defecto. En la siguiente tabla, se presenta el método aplicado, su nivel y si el factor de emisión utilizado es por defecto, nacional o una combinación de ambos casos.

Métodos aplicados por categorías y tipo de GEI

Código de categorías de fuentes	Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1	ENERGÍA	N1/N2/N3	C/D	N1	D	N1	D
	1A Actividades de quema de combustibles	N1/N2/N3	C/D	N1	D	N1	D
	1B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	N1	D	N1	D	N1	D
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	N1/N2	C/D	N1	D	N1	D
	2A Industria de los minerales	N1/N2	C/D	-	-	-	-
	2B Industria química	N1	D			N1	D
	2C Industria de los metales	N1	D	N1	D	-	-
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	N1/N2	D	N1/N2	C/D	N1	D
	3A Ganado			N1/N2	C/D	N1	D
	3B Tierras	N1/N2	D	-	-	-	-
	3C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO ₂ en la tierra	N1	D	N1	D	N1	D
4	DESECHOS	N1	D	N1	D	-	-
	4A Eliminación de Desechos Sólidos	-	-	N1	D	-	-
	4C Incineración e incineración abierta de desechos sólidos	N1	D	N1	D	N1	D
	4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	N1	D	N1	D

Fuente: Elaboración propia

NOTAS:

(1) N1=Nivel 1; N2=Nivel 2; N3=Nivel 3

(2) Para el caso del sector Energía: i) se calculó un FE específico para el Gas Natural, por ello se ha denotado con N2 y ii) a través de EMEP/CORINAIR se estima el consumo de combustible turbo A1 en Transporte por aviación civil, por ello se ha denotado con N3.

(3) Para el sector PIUP, para la categoría producción de cemento, se utilizan los datos de las plantas sobre producción de Clinker y contenido de óxido de calcio, por ello se ha denotado con N2.

(4) Para el sector Agricultura, para la categoría fermentación entérica, para el ganado vacuno lechero se calculó un FE específico, por ello se ha denotado con N2.

Los valores de Potencial de Calentamiento Global (PCG) aplicados son los proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación (valores de los PCG del IPCC de 1995) basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años.

Metodologías para el análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre del INGEI 2016 se ha desarrollado aplicando el método 1 de propagación de errores, descrito en las Directrices del IPCC de 2006. El método usa la ecuación de propagación de errores en dos etapas: i) aplica reglas de combinación de incertidumbres no correlacionadas en base a valores de incertidumbre asociadas a los datos de actividad y factores de emisión utilizados, y ii) estima la incertidumbre de las emisiones nacionales y la tendencia en las emisiones nacionales entre el año base y el año en curso.

Los resultados de incertidumbre que se presentan en el INGEI 2016 se basan en un proceso de agregación de información sectorial que permiten hacer los cálculos a nivel nacional. Se usa de base la información procesada en las secciones de cálculo de incertidumbre de cada uno de los ocho RAGEI 2016 remitidos al MINAM por cada entidad competente del INFOCARBONO. Así, se obtiene una estimación del nivel de incertidumbre combinada (factores de emisión y datos de actividad) y la incertidumbre de la tendencia entre el año de análisis y el año base, que en el presente caso son los años 2016 y el 2000 respectivamente. El año 2000 ha sido elegido como año base, dado que es el año del primer INGEI.

Metodología para el análisis de categorías principales

Las categorías principales del INGEI 2016 fueron obtenidas aplicando el Método 1 por evaluación de nivel y de tendencia.

Por un lado, la evaluación de nivel permite identificar aquellas categorías con mayor aporte en las estimaciones del inventario. La evaluación de nivel desarrollada en el presente informe corresponde al año 2016, por tanto, se evaluaron todas las categorías estimadas para identificar como categorías principales aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, totalizan el 95% de la suma de todos los L_x , 2016 (evaluación de nivel para la fuente o sumidero x del año 2016).

Por otro lado, la evaluación de tendencia consiste en identificar las categorías que pueden no ser lo suficientemente grandes para identificarlas a través de la evaluación de nivel, pero cuya tendencia es significativamente diferente de la tendencia del inventario general. En el presente informe se ha desarrollado la evaluación de tendencia del año 2016 (año t) con respecto al año 2000 (año 0 o año base), por lo que se evaluaron todas las categorías estimadas para identificar como categorías principales aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, totalizan el 95% ciento de la suma de todos los t_x , 2016 (evaluación de tendencia para la fuente o sumidero x del año 2016 con respecto al año base 0, en este caso año 2000).

Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal

En conformidad con las Directrices del IPCC, la elaboración del INGEI 2016 ha implicado la actualización de las estimaciones previas de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014, de tal modo que las mejoras metodológicas son aplicadas a toda la serie temporal haciendo que los resultados sean comparables entre sí. Esto significa que la serie temporal se ha estimado de forma coherente, es decir, que, en la medida posible, se ha utilizado el mismo método y las mismas fuentes de información en todos los años por cada categoría evaluada.

En los capítulos del 5 al 10 se encuentran descritos los métodos aplicados para estimar las emisiones y remociones de GEI, así como los métodos para completar los vacíos de información para la actualización de la serie temporal.

Cabe señalar, que en el caso del sector UTCUTS, durante la elaboración del INGEI 2016 solo ha sido posible aplicar el método 3 de representación de tierras de manera completa en el bioma Amazonía, y un método 2 en los biomas Costa y Sierra para el año 2016 y en la actualización del año 2014. En la actualización de los años 2000, 2005, 2010, y 2012, solo se han construido matrices de 20 años y se ha aplicado el método 3 de representación de tierras para el bioma Amazonía. Para el caso de los biomas de Costa y Sierra, debido a limitaciones en la información, no fue posible construir matrices de 20 años para los periodos 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, y 1993-2012, por lo que su representación de tierras se trabajó con el método 1.

Para el próximo INGEI (2018), se espera actualizar la serie de años completa aplicando el método 3 de representación de tierra para los biomas Amazonía, Costa y Sierra.

Resultados Nacionales (ver Capítulo 4)

Emisiones y remociones del INGEI 2016

En el año 2016, las emisiones netas⁸ del país fueron de 165,045.61 GgCO₂, 1,296.98 GgCH₄ y 41.97 GgN₂O que equivalen a 205,294.17 GgCO₂eq. El PCG empleado para expresar los resultados en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) corresponden a los proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación.

La principal fuente de emisiones de GEI proviene del sector ASOUT con 134,901.58 GgCO₂eq, que representa el 65.71% de las emisiones netas. Dentro de este sector, la principal fuente de emisión es la subcategoría Tierras de cultivo con 51,450.82 GgCO₂eq. Asimismo, en lo que respecta a remociones, el sector ASOUT es el único donde estas ocurren con un total de -3,695.64 GgCO₂, las que corresponden a las estimadas dentro de la categoría Tierras por los cambios en las existencias de carbono en los reservorios biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo.

El segundo sector con mayores emisiones de GEI es Energía con 58,132.54 GgCO₂eq, que representa el 28.32% de las emisiones netas. Dentro de este sector, destaca como principal fuente de emisión la subcategoría Transporte, con 21,047.88 GgCO₂eq.

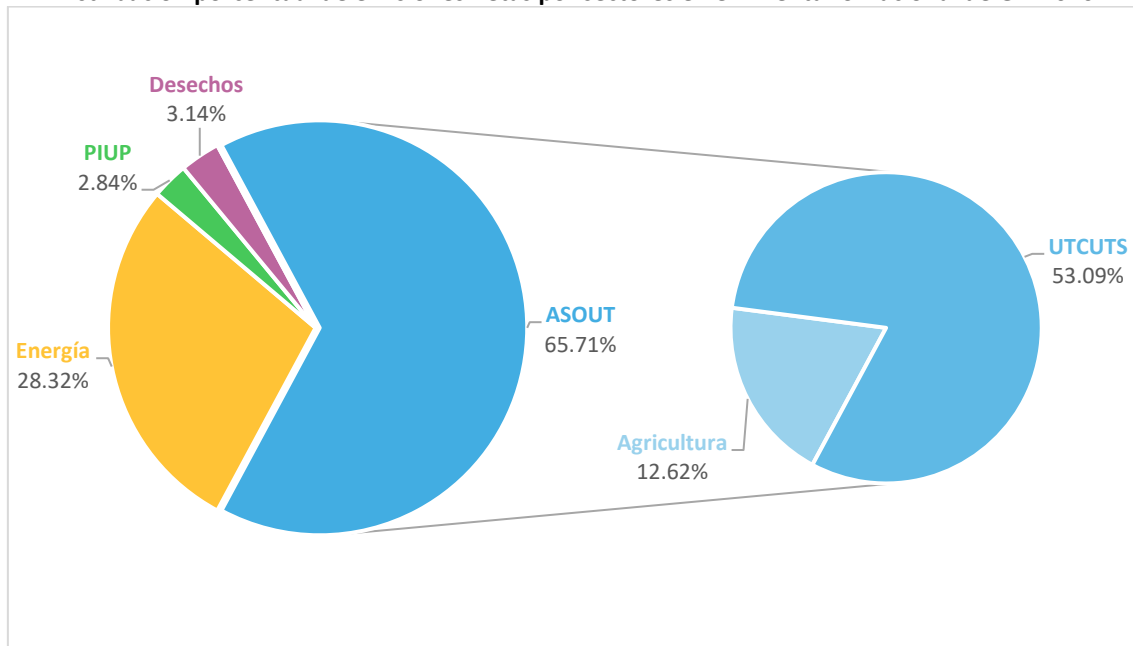
Los dos sectores descritos previamente representan alrededor del 94.03% del total de las emisiones de GEI en el Perú, para el año 2016.

El tercer y cuarto sector que contribuyen a las emisiones de GEI son los sectores de Desechos con 6,437.67 GgCO₂eq (3.14%) y Procesos Industriales y Uso de Productos con 5,822.37 GgCO₂eq (2.84%), respectivamente.

En la siguiente figura, se presenta la distribución de las emisiones netas nacionales según los sectores IPCC.

⁸ En el presente informe, el término «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y remociones de GEI.

Distribución porcentual de emisiones netas por sectores en el Inventario Nacional de GEI 2016



Fuente: Elaboración propia

De la figura, se aprecia que UTCUTS representa el 53.09% de las emisiones netas del país con 108,991.29 GgCO₂eq mientras que Agricultura el 12.62% con 25,910.29 GgCO₂eq.

Asimismo, en la siguiente tabla se presenta los resultados del INGEI 2016 en unidades de GgCO₂eq por categorías y subcategorías sectoriales.

Inventario nacional de gases de efecto invernadero de emisiones antropogénicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal y de los gases precursores

Fuentes y sumideros de GEI		Emisiones CO ₂ (GgCO ₂)	Remociones CO ₂ (GgCO ₂ eq)	Emisiones CH ₄ (GgCO ₂ eq)	Emisiones N ₂ O (GgCO ₂ eq)	Emisiones totales ⁹ de GEI (GgCO ₂ eq)	Emisiones netas GEI (GgCO ₂ eq)
1	ENERGÍA	50,039.16		7,655.39	437.98	58,132.54	58,132.54
1A	Actividades de quema de combustibles	49,669.45		767.97	436.93	50,874.36	50,874.36
1A1	Industrias de energía	15,904.70		13.44	28.37	15,946.50	15,946.50
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	8,386.47		15.76	33.31	8,435.54	8,435.54
1A3	Transporte	20,557.46		163.11	327.30	21,047.88	21,047.88
1A4	Otros sectores	4,820.82		575.66	47.96	5,444.44	5,444.44
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	369.71		6,887.43	1.05	7,258.18	7,258.18
1B1	Combustibles sólidos	-		74.40	-	74.40	74.40
1B2	Petróleo y gas natural	369.71		6,813.03	1.05	7,183.78	7,183.78
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	5,690.95		0.003	131.41	5,822.37	5,822.37
2A	Industria de los minerales	5,054.11				5,054.11	5,054.11
2A1	Producción de Cemento	4,223.75				4,223.75	4,223.75
2A2	Producción de Cal	702.85				702.85	702.85
2A3	Producción de Vidrio	35.24				35.24	35.24

⁹ En el presente informe, el término «emisiones totales» refiere a la sumatoria de las emisiones de GEI sin considerar las remociones.

Fuentes y sumideros de GEI		Emisiones CO ₂ (GgCO ₂)	Remociones CO ₂ (GgCO ₂ eq)	Emisiones CH ₄ (GgCO ₂ eq)	Emisiones N ₂ O (GgCO ₂ eq)	Emisiones totales ⁹ de GEI (GgCO ₂ eq)	Emisiones netas GEI (GgCO ₂ eq)
2A4	Otros usos de Carbonatos	92.28				92.28	92.28
2B	Industria química	0.06			131.41	131.47	131.47
2B2	Producción de Ácido Nítrico				131.41	131.41	131.41
2B7	Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.06				0.06	0.06
2C	Industria de los metales	636.78		0.003		636.79	636.79
2C1	Producción de Hierro y Acero	99.56		0.003		99.56	99.56
2C6	Producción de Zinc	537.22				537.22	537.22
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	112,949.47	- 3,695.64	13,622.93	12,024.83	138,597.23	134,901.58
3A	Ganado			11,708.88	375.81	12,084.69	12,084.69
3A1	Fermentación entérica			11,462.85	-	11,462.85	11,462.85
3A2	Manejo de estiércol			246.03	375.81	621.84	621.84
3B	Tierras	112,686.93	- 3,695.64			112,686.93	108,991.29
3B1	Tierras forestales (TF)	10,837.10	- 1,037.78			10,837.10	9,799.32
3B2	Tierras de cultivo (TC)	51,737.24	- 286.42			51,737.24	51,450.82
3B3	Pastizales (P)	43,680.53	- 2,371.45			43,680.53	41,309.08
3B5	Asentamientos (A)	5,038.23				5,038.23	5,038.23
3B6	Otras Tierras (OT)	1,393.83				1,393.83	1,393.83
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	262.54		1,914.05	11,649.02	13,825.60	13,825.60
3C1	Emisiones por quema de biomasa			829.14	1,062.19	1,891.33	1,891.33
3C3	Aplicación de urea	262.54				262.54	262.54
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados				7,709.86	7,709.86	7,709.86
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados				2,667.66	2,667.66	2,667.66
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O por manejo del estiércol				209.30	209.30	209.30
3C7	Cultivo de arroz			1,084.91		1,084.91	1,084.91
4	DESECHOS	61.67		5,958.16	417.85	6,437.67	6,437.67
4A	Eliminación de Desechos Sólidos			3,979.47		3,979.47	3,979.47
4C	Incineración e incineración abierta de desechos sólidos	61.67		18.35	5.21	85.22	85.22
4C2	Incineración abierta de desechos	61.67		18.35	5.21	85.22	85.22
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales			1,960.34	412.64	2,372.98	2,372.98
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas			1,265.11	412.64	1,677.75	1,677.75
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales			695.23		695.23	695.23
Emisiones de GEI 2016 (GgCO₂eq)		168,741.26	- 3,695.64	27,236.48	13,012.07	208,989.81	205,294.17

Fuente: Elaboración propia

Incertidumbre

Los resultados del cálculo de la incertidumbre de las emisiones del año 2016 determinan que la incertidumbre combinada, como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2016 es igual a $\pm 63.18\%$. La categoría con mayor contribución a la varianza en el INGEI 2016 es Tierras (3B), en específico las sub categorías de Tierras convertidas en Tierras de cultivo (3B2b) y Tierras convertidas en Pastizales (3B3b).

Entre las emisiones del año 2016 y las consideradas para el año base (año 2000), se estima una incertidumbre en la tendencia de $\pm 6.45\%$.

En el Anexo II se presenta la tabla detallada del análisis de incertidumbre.

Categorías principales

Se han identificado en total veintitrés categorías principales en la evaluación de nivel y veintidos en la evaluación de tendencia. De manera agrupada, considerando los resultados de ambas evaluaciones, en total se identificaron veinticinco categorías principales, trece de las cuales corresponden al sector ASOUT, nueve del sector Energía, dos del sector Desechos y una del sector PIUP

En relación a la evaluación de nivel (del año 2016), las categorías de mayor aporte al nivel total corresponden a las emisiones y remociones de dióxido de carbono de “Tierras convertidas en tierras de cultivo” (24.87%) y de “Tierras convertidas en pastizales” (19.87%), las cuales corresponden al sector ASOUT.

En relación a la evaluación de tendencia (año 2016 con respecto al año 2000), las categorías de mayor aporte a la tendencia total corresponden a las emisiones y remociones de dióxido de carbono de “Tierras convertidas en pastizales” (22.58%), “Tierras convertidas en tierras de cultivo” (19.70%) del sector ASOUT; y del Transporte Terrestre (10.08%) del sector Energía.

En la siguiente tabla, se resume el análisis de categorías principales de manera integrada, ordenadas por código.

Resumen del análisis de categorías principales

Método cuantitativo usado para la evaluación de nivel: Método 1 (L1)			
Método cuantitativo usado para la evaluación de tendencia: Método 1 (T1)			
Código de la Categoría IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Criterio de Identificación
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	L1, T1
1A1b	Refinación del petróleo	CO ₂	L1, T1
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	CO ₂	L1, T1
1A2	Industrias manufacturas y de la construcción	CO ₂	L1, T1
1A3a	Aviación civil	CO ₂	L1, T1
1A3b	Transporte terrestre	CO ₂	L1, T1
1A4	Otros sectores	CO ₂	L1, T1
1B2a	Petróleo	CH ₄	T1
1B2b	Gas natural	CH ₄	L1, T1
2A1	Producción de cemento	CO ₂	L1, T1
3A1ai	Ganado vacuno lechero	CH ₄	L1, T1
3A1aii	Otro ganado vacuno	CH ₄	L1, T1
3A1(b-j)	Resto de ganado	CH ₄	L1
3B1a	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	CO ₂	L1, T1

Método cuantitativo usado para la evaluación de nivel: Método 1 (L1)			
Método cuantitativo usado para la evaluación de tendencia: Método 1 (T1)			
Código de la Categoría IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Criterio de Identificación
3B1b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	T1
3B2b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	L1, T1
3B3b	Tierras convertidas en pastizales	CO ₂	L1, T1
3B5b	Tierras convertidas en asentamientos	CO ₂	L1, T1
3B6b	Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	L1, T1
3C1	Emisiones por quema de biomasa	N ₂ O	L1
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	L1, T1
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	L1, T1
3C7	Cultivo de arroz	CH ₄	L1
4A	Eliminación de desechos sólidos	CH ₄	L1, T1
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	L1, T1

Fuente: Elaboración propia

Serie temporal

En esta sección se presentan los resultados de las estimaciones actualizadas, realizadas en el marco del INGEI 2016, para toda la serie temporal (años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014).

En la siguiente tabla se aprecia la variación entre las estimaciones originales y las estimaciones actualizadas para toda la serie temporal. Los valores referenciados como “actualizados” corresponden a los resultados del INGEI 2016, mientras que los valores “originales” corresponden a los resultados reportados en el INGEI 2014.

Cabe resaltar que la tabla en mención, no incluye los resultados de emisiones y remociones del sector UTCUTS debido a que el método aplicado para la representación de tierras en los biomas Amazonía, Costa y Sierra para los años 2016 y 2014, es diferente al aplicado en los años 2012, 2010, 2005 y 2000, por lo que la serie temporal no es comparable.

Actualización de la serie temporal de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 – sin UTCUTS

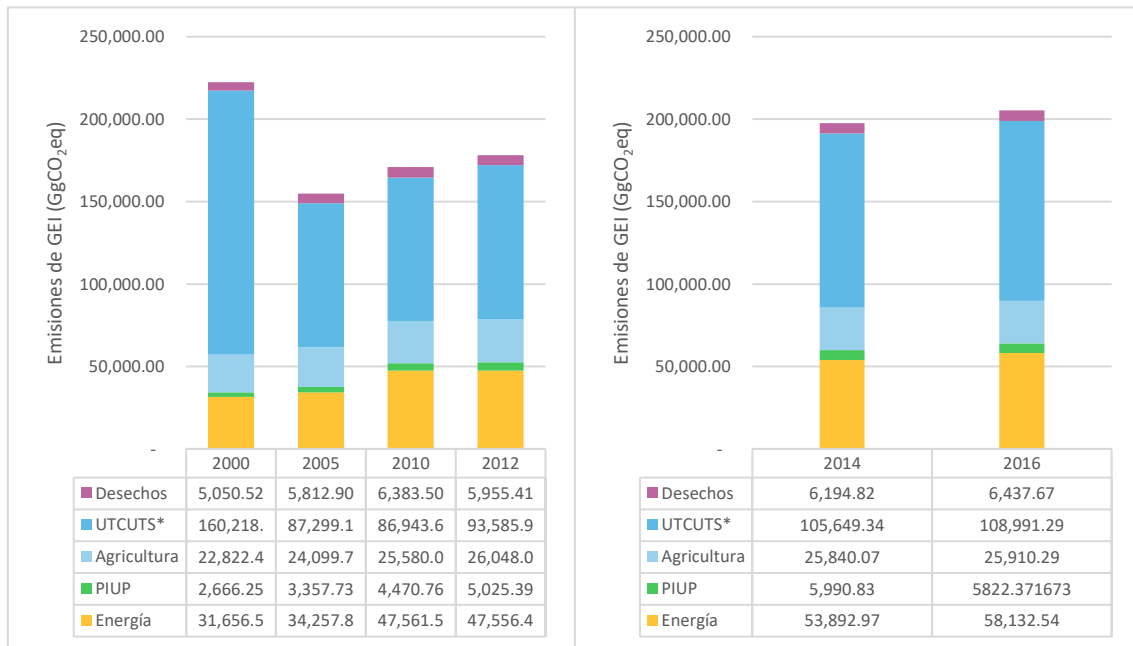
Sector	2000			2005			2010			2012			2014			2016
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]
	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
Energía	30,960.58	31,656.50	2.25%	31,197.33	34,257.85	9.81%	44,002.66	47,561.58	8.09%	45,622.59	47,556.43	4.24%	50,331.16	53,892.97	7.08%	58,132.54
PIUP	2,685.74	2,666.25	-0.73%	3,387.65	3,357.73	-0.88%	4,501.79	4,470.76	-0.69%	5,059.37	5,025.39	-0.67%	6,040.76	5,990.83	-0.83%	5,822.37
Agricultura	23,463.71	22,822.42	-2.73%	23,751.80	24,099.78	1.47%	25,879.35	25,580.06	-1.16%	25,664.69	26,048.02	1.49%	26,233.20	25,840.07	-1.50%	25,910.29
Desechos	5,943.16	5,050.52	-15.02%	6,369.26	5,812.90	-8.74%	6,922.43	6,383.50	-7.79%	7,484.30	5,955.41	-20.43%	9,679.73	6,194.82	-36.00%	6,437.67
TOTAL	63,053.19	62,195.69	-1.36%	64,706.04	67,528.27	4.36%	81,306.23	83,995.90	3.31%	83,830.95	84,585.25	0.90%	92,284.85	91,918.69	-0.40%	96,302.88

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se presenta los resultados de las estimaciones actualizadas para todos los sectores, incluido ASOUT que comprende a Agricultura y UTCUTS.

Estimaciones de GEI actualizadas de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 (GgCO₂eq)



*NOTA: En el sector UTCUTS, los años 2014 y 2016, han aplicado el método 3 de representación de las tierras en Amazonía, y el método 2 en los biomas Costa y Sierra, mientras que la actualización de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se ha aplicado el método 3 en Amazonía, y el método 1 en los biomas Costa y Sierra.

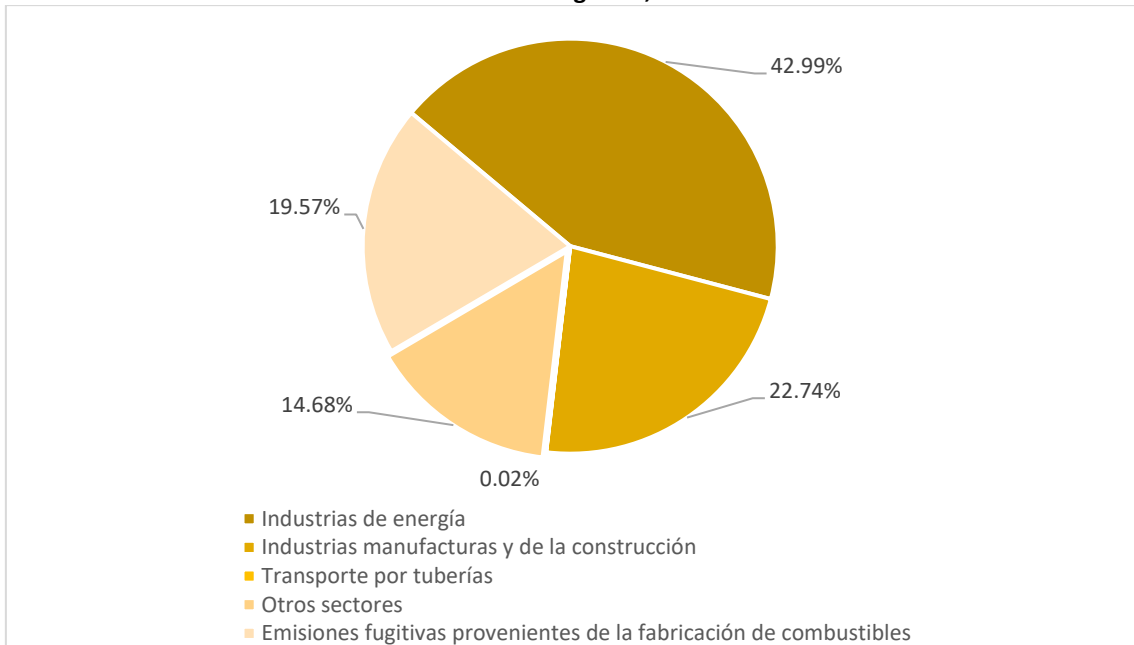
Fuente: Elaboración propia

Resultados Sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas (ver Capítulo 5)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 37,090.60 GgCO₂eq, representando el 18.07% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión por la quema de combustibles es la subcategoría industria de la energía con 15,946.50 GgCO₂eq representando el 42.99% de las emisiones de este sector, seguido de la subcategoría industrias de la manufactura y construcción con 8,435.54 GgCO₂eq representando el 22.74%. El resto de las subcategorías de quema de combustibles representan el 14.69%. Las emisiones fugitivas provenientes por la fabricación de combustibles fueron de 7,258.18 GgCO₂eq representando el 19.57% de las emisiones del sector.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategoría.

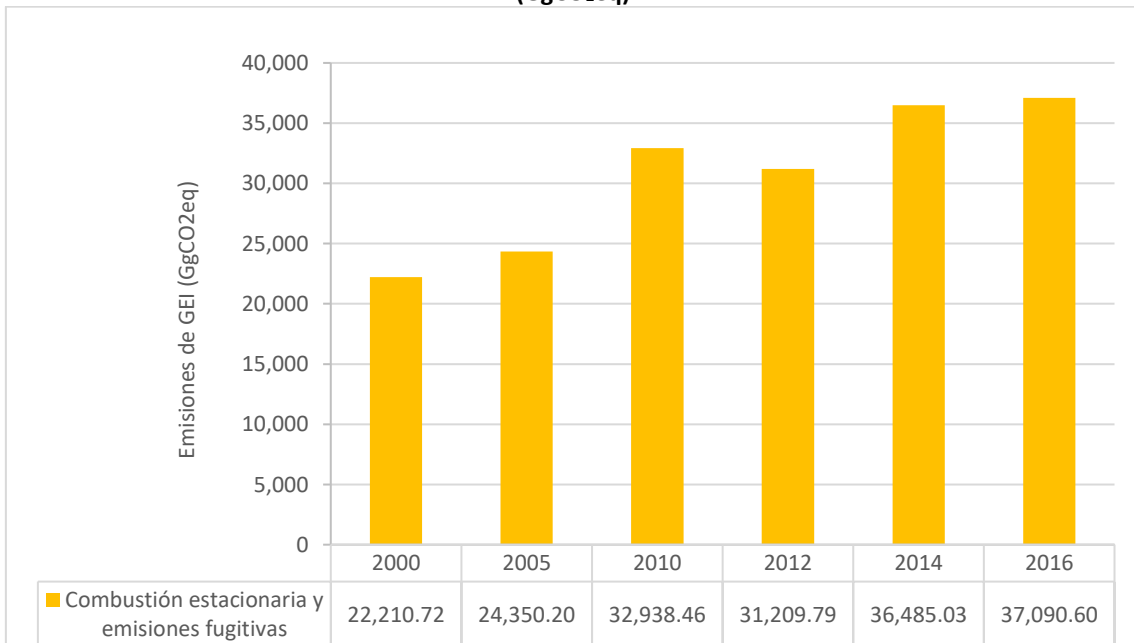
Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas, 2016



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 1.66% respecto al año 2014 y en un 66.99% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones sigue la misma tendencia que el crecimiento del consumo de energía del sector.

Evolución de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

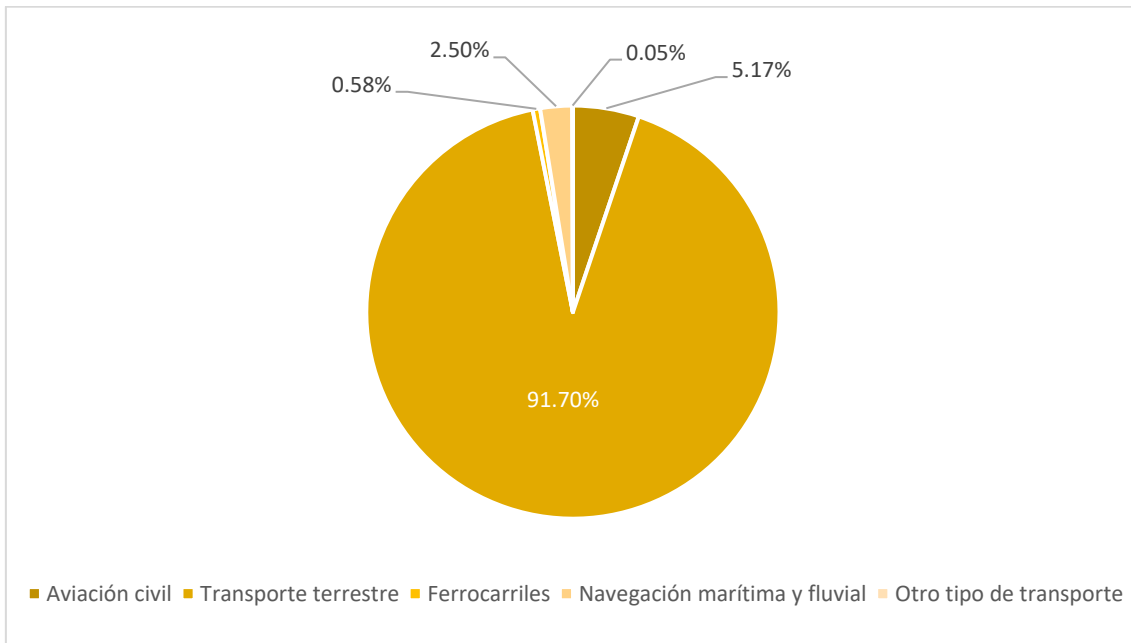
Las emisiones de GEI generadas por la combustión de la biomasa y biocombustibles o emisiones informativas se reportan en el capítulo 12. Las tablas de reporte sectorial correspondientes al sector Energía, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1. 2.

Resultados del sector Energía – Combustión Móvil (ver Capítulo 6)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 21,041.94 GgCO₂eq, representando el 10.25% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la subcategoría Transporte Terrestre con 19,294.71 GgCO₂eq, que representa el 91.70% de las emisiones del sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es Aviación civil con 1,088.59 GgCO₂eq, que representa el 5.17% del sector. El resto de las subcategorías en su conjunto contribuyen con el 3.13%.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategoría.

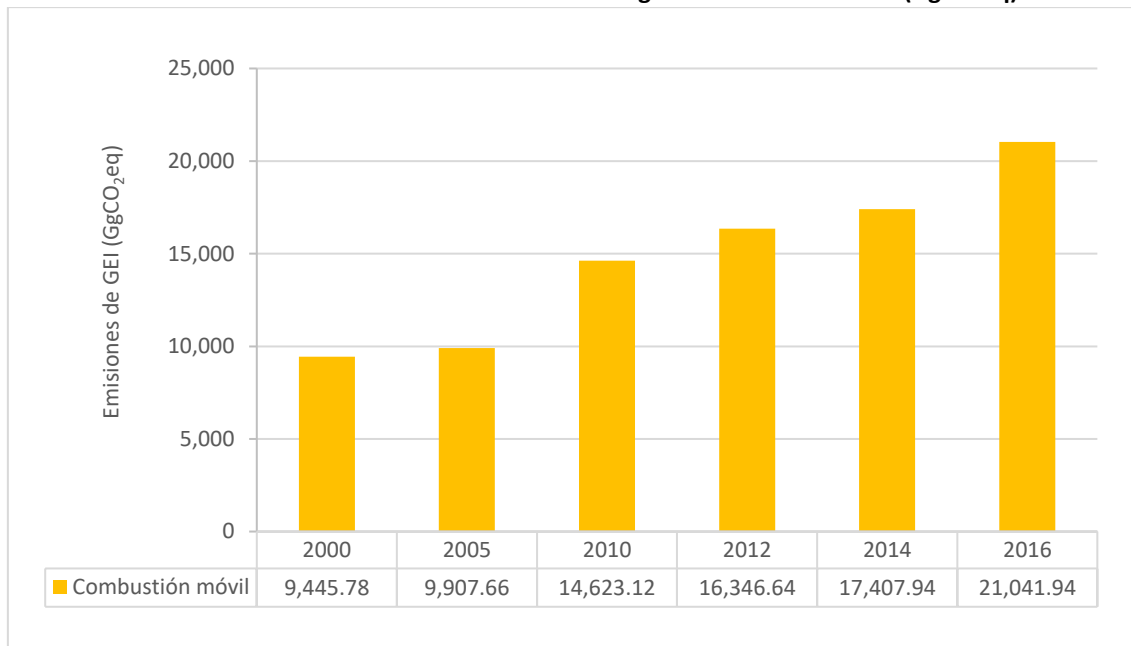
Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Energía - Combustión móvil, 2016



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 20.88% respecto al año 2014 y en un 122.77% respecto al año 2000. El crecimiento de las emisiones sigue la misma tendencia del consumo de energía en el sector.

Evolución de emisiones de GEI del sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Las emisiones de GEI de los bunkers internacionales procedentes de la aviación internacional (1A3ai), y la navegación internacional (1A3di) se reportan como elementos recordatorios en el capítulo 11. Asimismo, las emisiones de GEI generadas por la combustión de la biomasa y biocombustibles o emisiones informativas se reportan en el capítulo 12.

Las tablas de reporte sectorial correspondientes al sector Energía, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1. 2.

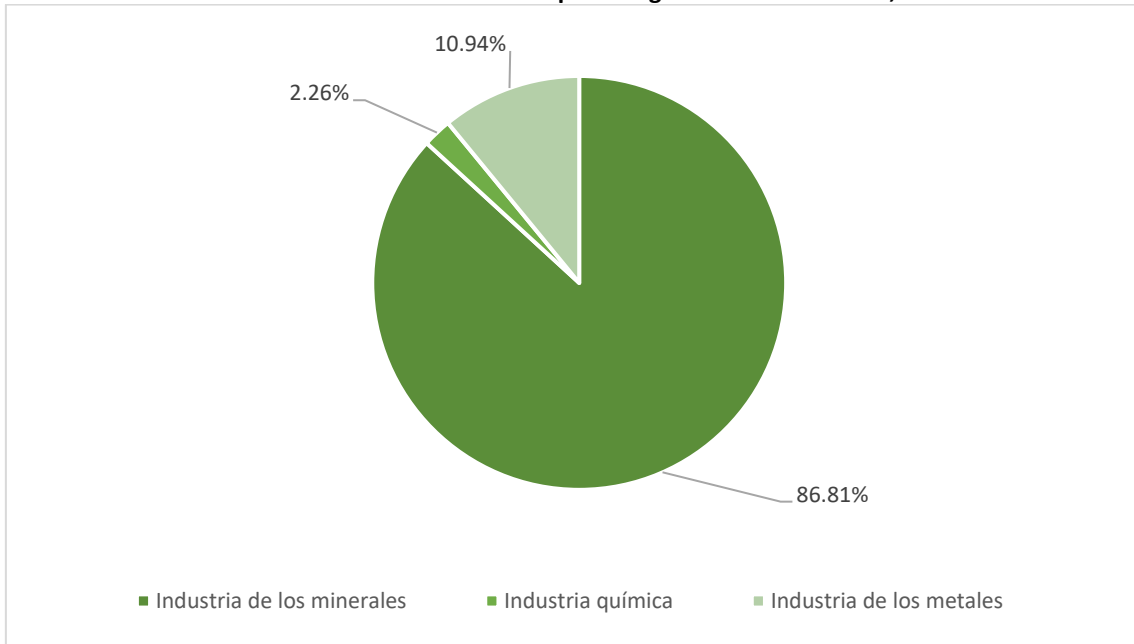
Resultados del Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (ver Capítulo 7)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector PIUP fueron de 5,822.37 GgCO₂eq, representando el 2.84% del total de emisiones a nivel nacional. La categoría Industria de los Minerales es la de mayor participación con 5,054.11 GgCO₂eq que representa el 86.81% de las emisiones del sector, dentro de esta categoría destaca la Producción de Cemento con 4,223.75 GgCO₂eq que representa el 83.57% de las emisiones de esta categoría y el 72.54% de las emisiones del sector.

La categoría referida a la Industria Química participa con 131.47 GgCO₂eq y representa el 2.26%. Y, por último, la categoría referida a Industria de los Metales con 636.79 GgCO₂eq que representa el 10.94% de las emisiones del sector.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por categorías.

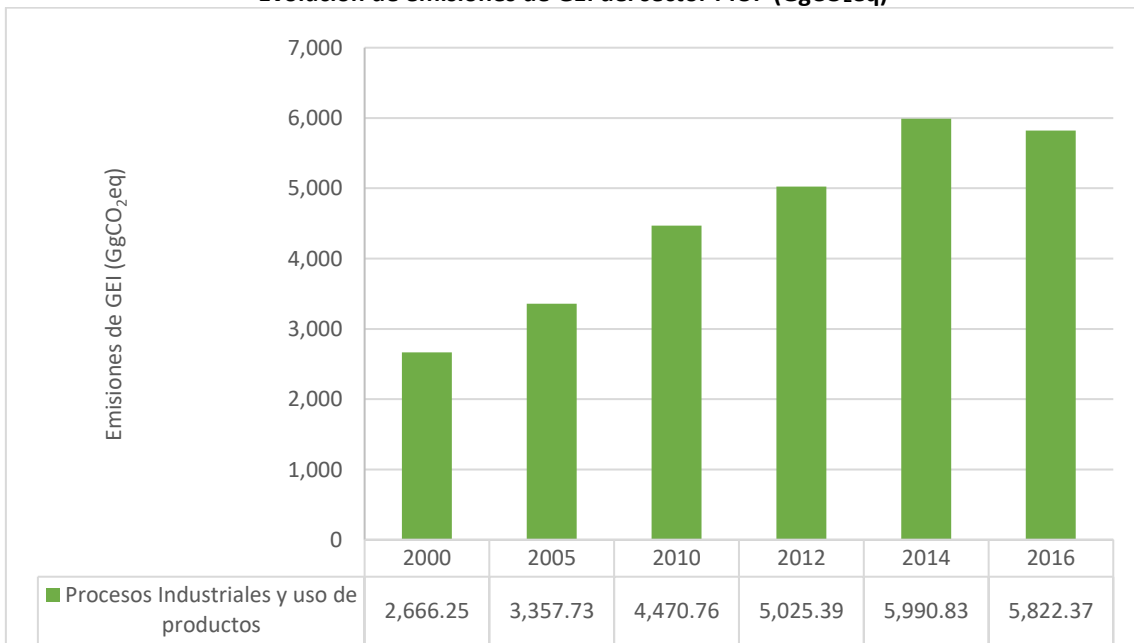
Distribución de emisiones de GEI por categorías del sector PIUP, 2016



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 2.81% respecto al año 2014, debido principalmente a la disminución de un 8.20% en la producción de clínker. No obstante, el comportamiento de las emisiones sigue una tendencia creciente, es así como las emisiones aumentaron en 118.37% respecto al año 2000.

Evolución de emisiones de GEI del sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Las tablas de reporte del sector, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestran en el Anexo 1. 3.

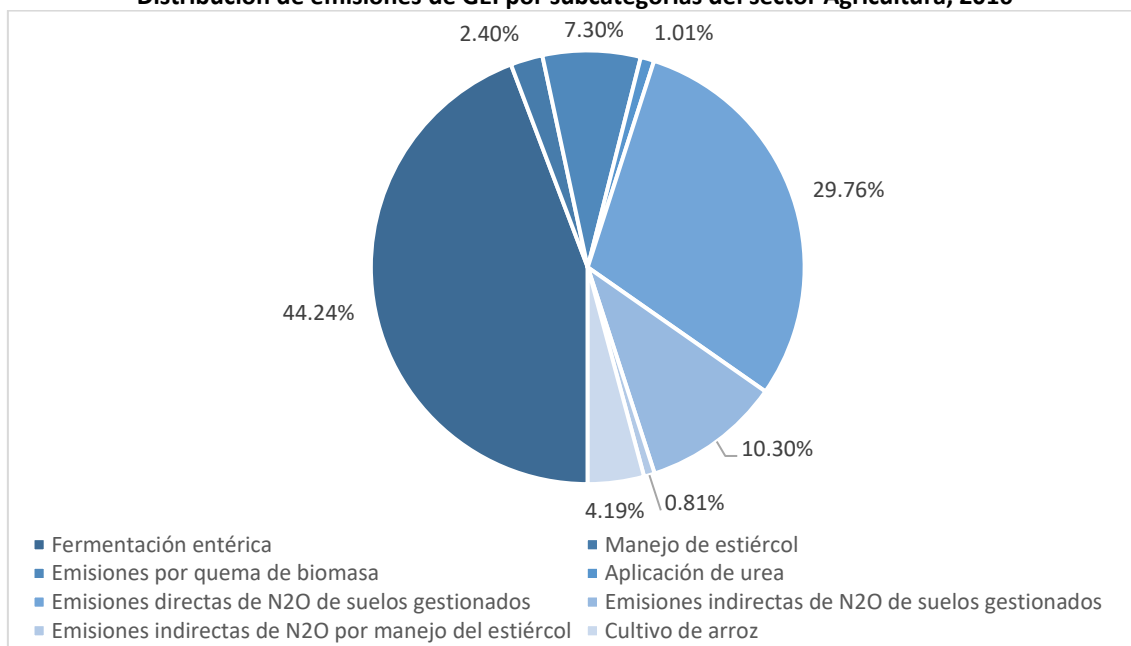
Resultados del Sector Agricultura (ver Capítulo 8)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 25,910.29 GgCO₂eq, representado el 12.62% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la subcategoría fermentación entérica con 11,462.85 GgCO₂eq representando un 44.24% del total, seguida por la subcategoría emisiones directas de N₂O de suelos gestionados con 7,709.86 GgCO₂eq representando el 29.76%. Estas dos subcategorías representan de 74.00% de las emisiones netas del sector.

Por otro lado, las demás subcategorías: emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados (10.30%), emisiones por quema de biomasa (7.30%), cultivo de arroz (4.19%), manejo de estiércol (2.40%), aplicación de urea (1.01%) y emisiones indirectas de N₂O de manejo de estiércol (0.81%), representan un total de 26.00% de las emisiones de GEI en el sector.

En la siguiente figura, se muestra la distribución de las emisiones de GEI por categorías.

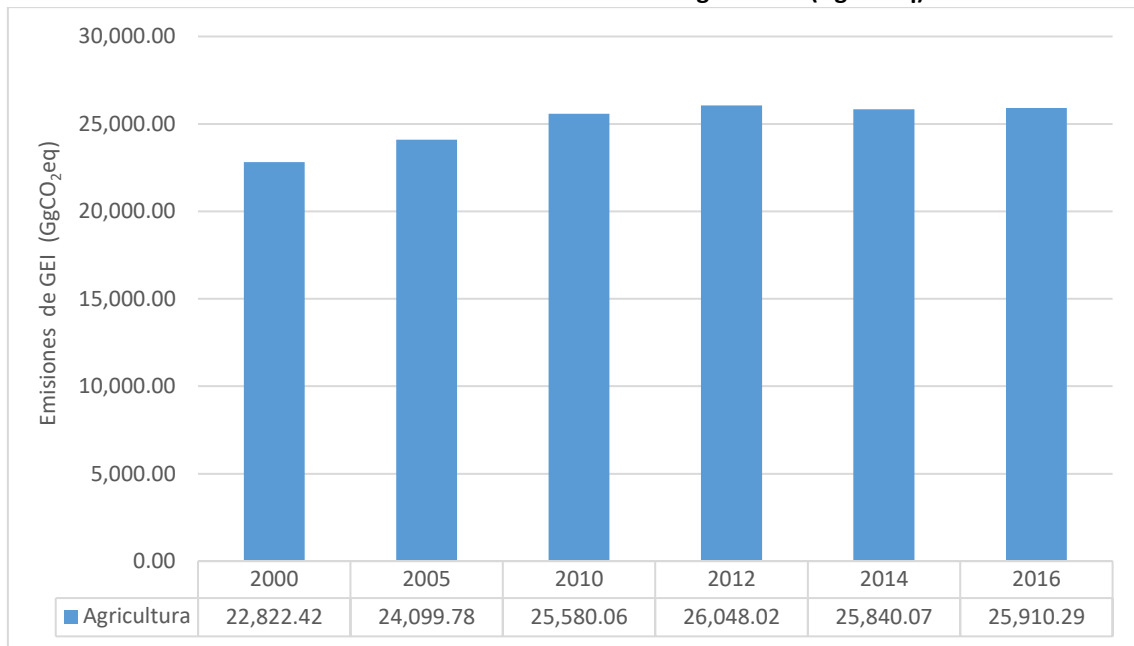
Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Agricultura, 2016



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 0.27% respecto al año 2014 y en un 13.53% respecto al año 2000. Asimismo, la tendencia muestra que del año 2000 al año 2012 las emisiones fueron progresivamente en aumento, y a partir del año 2012 se observa una ligera disminución.

Evolución de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA–MIDAGRI, 2020

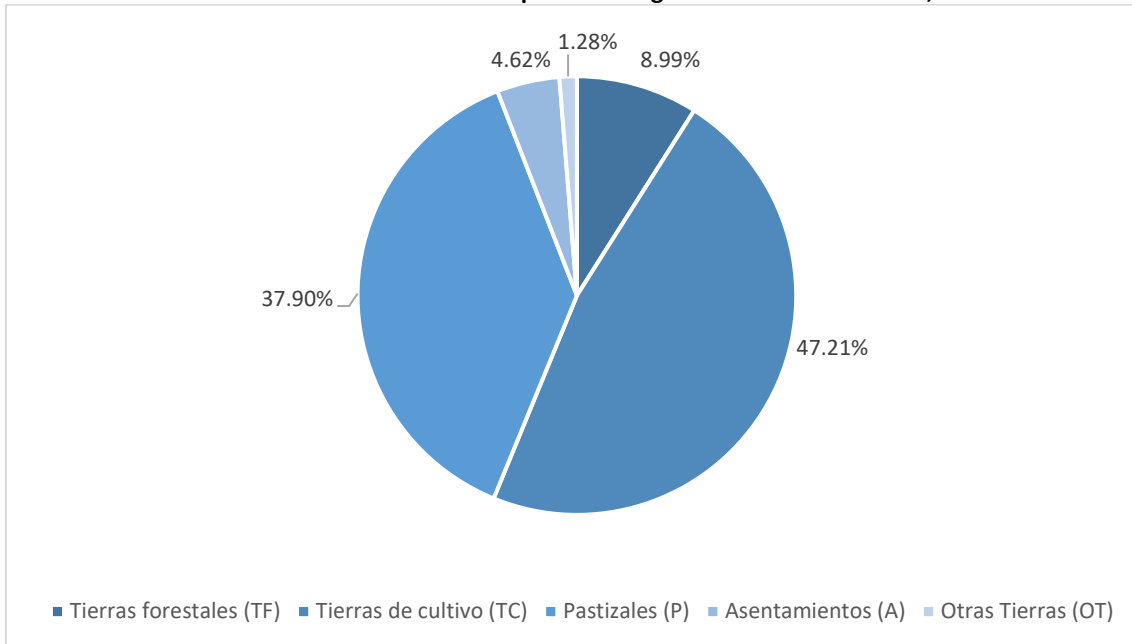
Las tablas de reporte del sector, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestran en el Anexo 1.4.

Resultados del Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (ver Capítulo 9)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 108,991.29 GgCO₂eq, representando el 53.09% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión fue la subcategoría de Tierras de cultivos, con 51,450.82 GgCO₂eq, que representa el 47.21% del total de emisiones del sector. La segunda fuente de emisión más importante es la subcategoría de Pastizales, con 41,309.08 GgCO₂eq, que representa el 37.90% del total de emisiones del sector. En tercer orden se encuentra las emisiones de la subcategoría Tierras forestales, con 9,799.32 GgCO₂eq, que representan el 8.99% de los resultados del sector. Las demás subcategorías en conjunto representan el 5.90% de las emisiones del sector.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategoría.

Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector UTCUTS, 2016

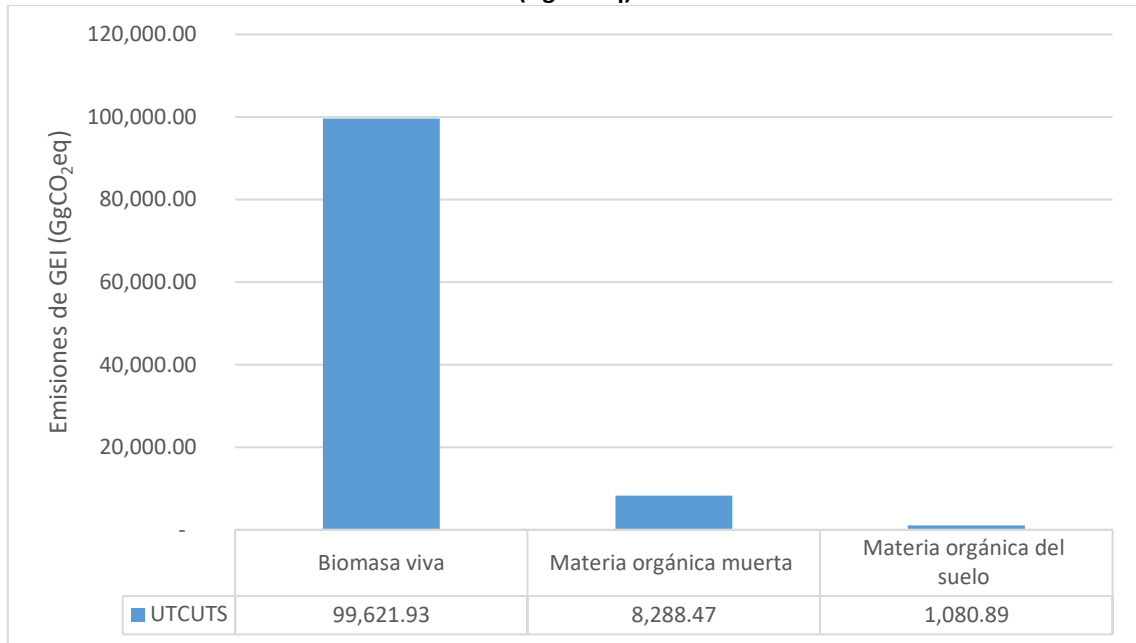


Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, es importante resaltar que, a diferencia de reportes anteriores, el INGEI 2016 incluye las estimaciones de las emisiones y remociones de CO₂ de los reservorios de carbono: biomasa viva (biomasa aérea y subterránea), materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca), y materia orgánica del suelo, para todas las categorías de uso de la tierra analizadas. Esto se ha conseguido gracias a la construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra para periodos de 20 años (período por defecto para determinar el cambio de stock de carbono orgánico del suelo).

En la siguiente figura se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde 99,621.93 GgCO₂, que concierne al 91.40% de las emisiones del sector, corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva; 8,288.47 GgCO₂, es decir el 7.60% corresponde a los cambios en las existencias de carbono en la materia orgánica muerta, y 1,080.89 GgCO₂, es decir el 0.99% corresponde a los cambios en las existencias de carbono en suelos minerales (materia orgánica del suelo).

Distribución de emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono del sector UTCUTS, 2016 (GgCO₂eq)



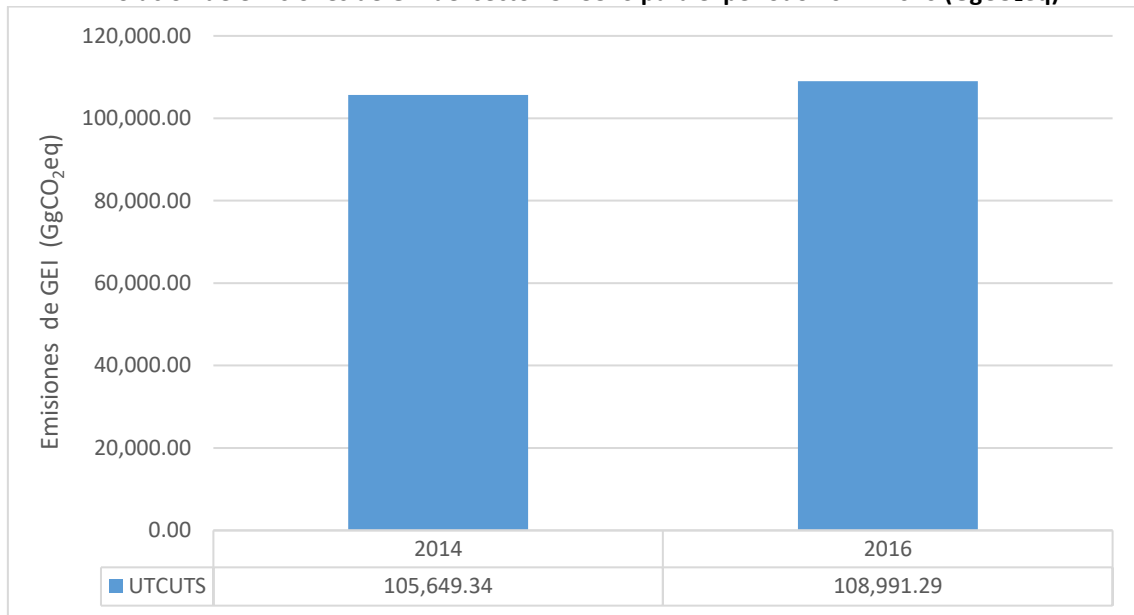
Fuente: GTA, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, cabe mencionar que para el año 2016 y la actualización del año 2014, se aplicó el método 3 de representación de tierras en el bioma Amazonía, y el método 2 en los biomas Costa y Sierra. Para la actualización de los años 2000, 2005, 2010, y 2012 se aplicó el método 3 de representación de tierras para el bioma Amazonía, sin embargo, debido a limitaciones en la información, para los biomas Costa y Sierra se aplicó el método 1.

Por lo tanto, dado que se realizó una combinación de métodos de representación de tierras diferenciado para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, los resultados de las emisiones son presentados en los periodos referidos.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones en el año 2016 se incrementaron en 3.16% respecto al año 2014.

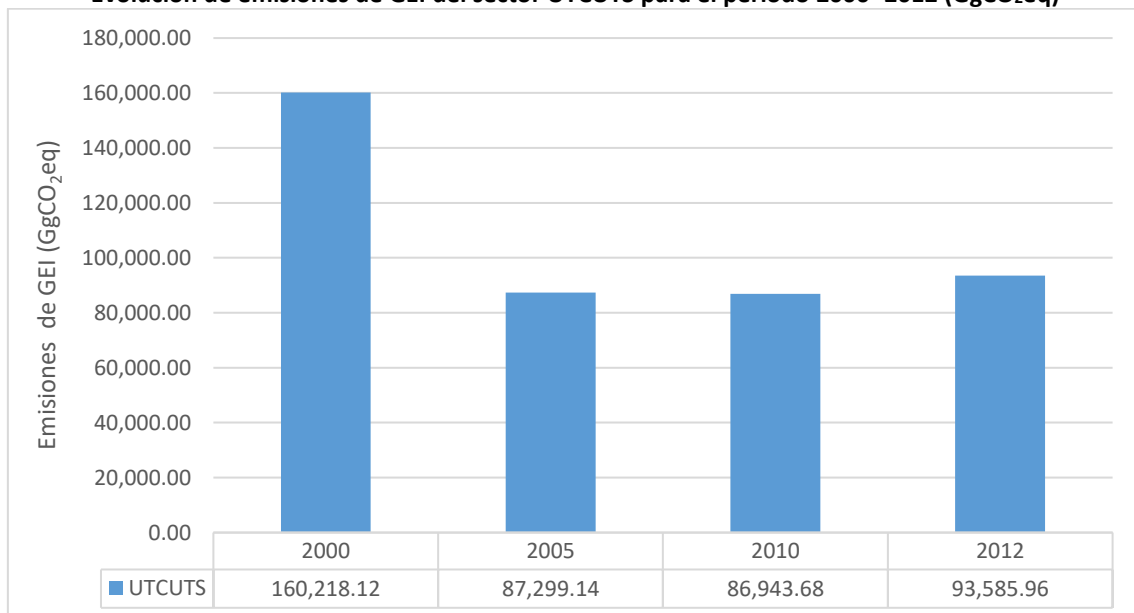
Evolución de emisiones de GEI del sector UTCUTS para el periodo 2014- 2016 (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura, presenta los resultados de las emisiones del sector UTCUTS de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2000 (160,218.12 GgCO₂eq), el año con las emisiones más altas dentro del periodo analizado.

Evolución de emisiones de GEI del sector UTCUTS para el periodo 2000- 2012 (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

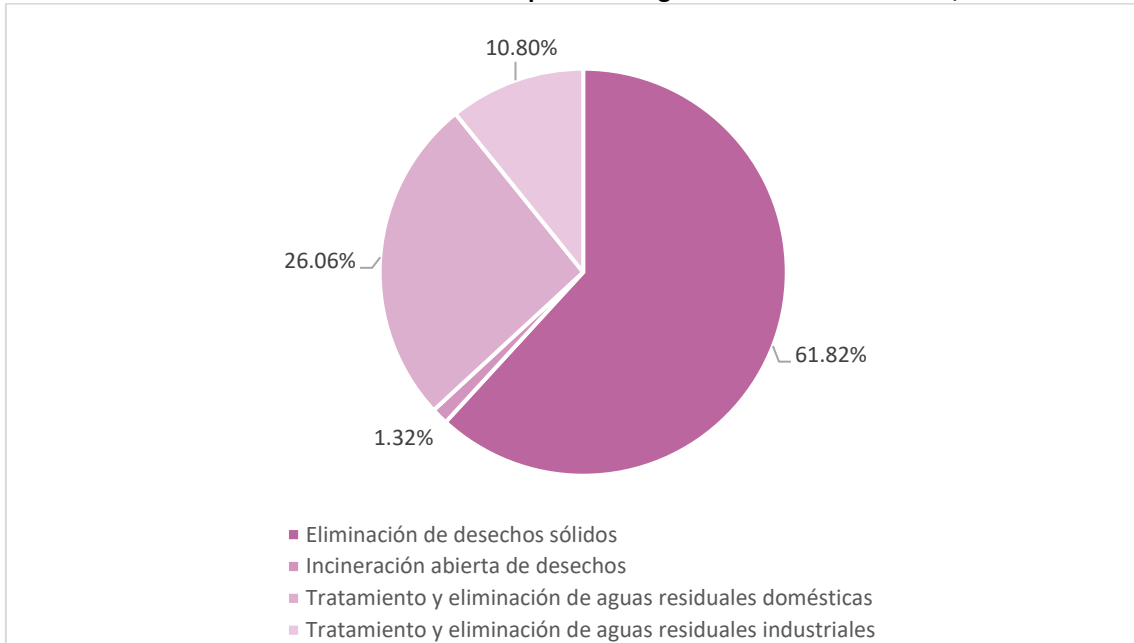
Las tablas de reporte correspondientes al sector ASOUT, el cual está conformado por el sector Agricultura y el sector UTCUTS, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1.4.

Resultados del Sector Desechos (ver Capítulo 10)

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 6,437.67 GgCO₂eq, representando el 3.14% de las emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la categoría Eliminación de desechos sólidos (4A) con 3, 979.47 GgCO₂eq, representando el 61.82% de las emisiones de este sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es el Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (4D1) con 1,677.75 GgCO₂eq, representando el 26.06%. El resto de las subcategorías en su conjunto contribuyen con el 12.12%.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategorías:

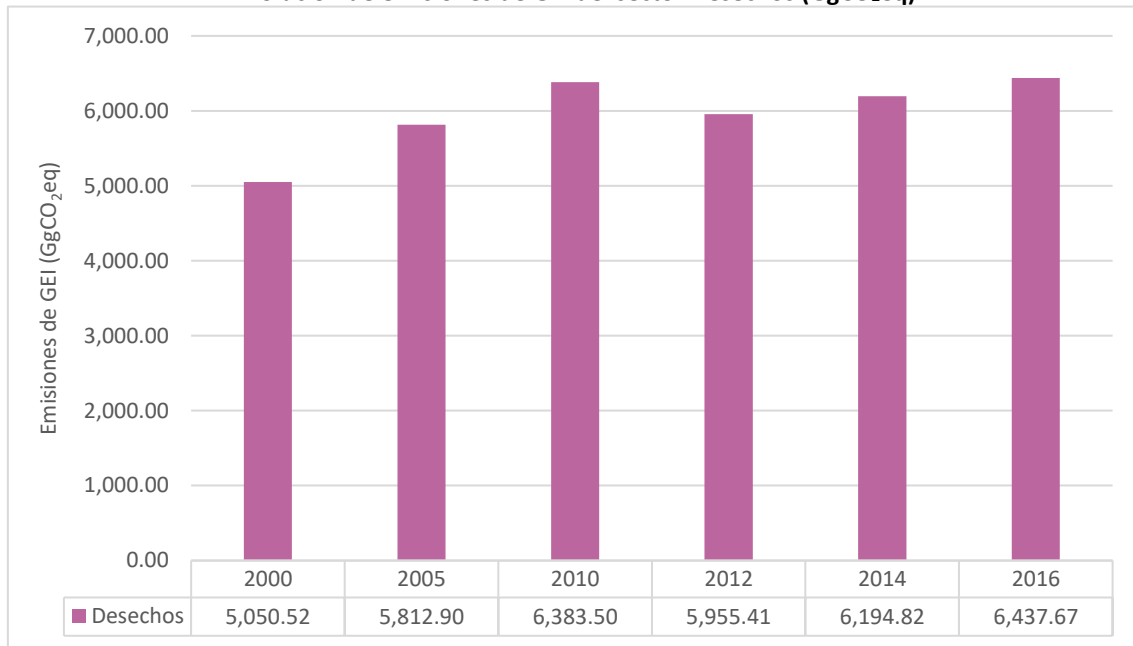
Distribución de emisiones de GEI de por subcategorías del Sector Desechos, 2016



Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 3.92% respecto al año 2014 y en un 27.47% respecto al año 2000. El crecimiento de las emisiones sigue la tendencia del crecimiento de la población.

Evolución de emisiones de GEI del sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

Las tablas de reporte del sector, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestran en el Anexo 1.5.

1. INTRODUCCIÓN

Como parte de la respuesta al cambio climático, el Perú da cumplimiento a sus compromisos adquiridos con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con sentido de urgencia y ambición. Uno de éstos es la presentación de su Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) del año 2016, conforme a lo establecido en el artículo 4, párrafo 1(a) y artículo 12 párrafo 1(a) de dicha Convención.

El INGEI es fundamental para evaluar el nivel actual de las emisiones y hacer un seguimiento efectivo de la implementación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). Por ende, la presentación del INGEI 2016 constituye un valioso aporte al generar información robusta para la toma de decisiones que nos encamine a ser un país carbono neutral al 2050.

En ese sentido, el INGEI del Perú no solo da cumplimiento al mandato de la Convención, sino que también forma parte del proceso de implementación de la Ley N° 30754 - Ley Marco sobre Cambio Climático y su Reglamento, así como el Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM (INFOCARBONO), del Ministerio del Ambiente, Autoridad Nacional en materia de Cambio Climático. Así, el INGEI 2016 se constituye como el resultado de la implementación de las disposiciones del INFOCARBONO, que forma parte del Sistema para el Monitoreo de las Medidas de Adaptación y Mitigación del Perú, que representa nuestro Marco de Transparencia Reforzado a la luz del Acuerdo de París.

Cabe destacar que el presente INGEI ha sido elaborado siguiendo las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”, en coordinación con las entidades públicas vinculadas a la implementación de las NDC. Junto a ello, recoge por primera vez la representación coherente de las tierras de los tres biomas que componen el territorio nacional: Amazonía, Costa y Sierra del sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. Ello representa una mejora significativa respecto a los reportes anteriores, que solo reportaban Amazonía.

Asimismo, incluye las emisiones y remociones de dióxido de carbono (CO₂), las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), en los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016. Es importante precisar que las emisiones y remociones reportadas han sido expresadas en términos de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), empleando el Poder de Calentamiento Global proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación.

De este modo, en medio de un contexto que nos exige fortalecer nuestro compromiso y determinación con la acción climática, el presente reporte constituye el trabajo conjunto de todos los sectores del Estado vinculados a la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero y contribuye a la transparencia en las estimaciones de emisiones para la formulación y desarrollo de políticas, estrategias y planes hacia un crecimiento inclusivo, competitivo y bajo en carbono.

2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL INGEI

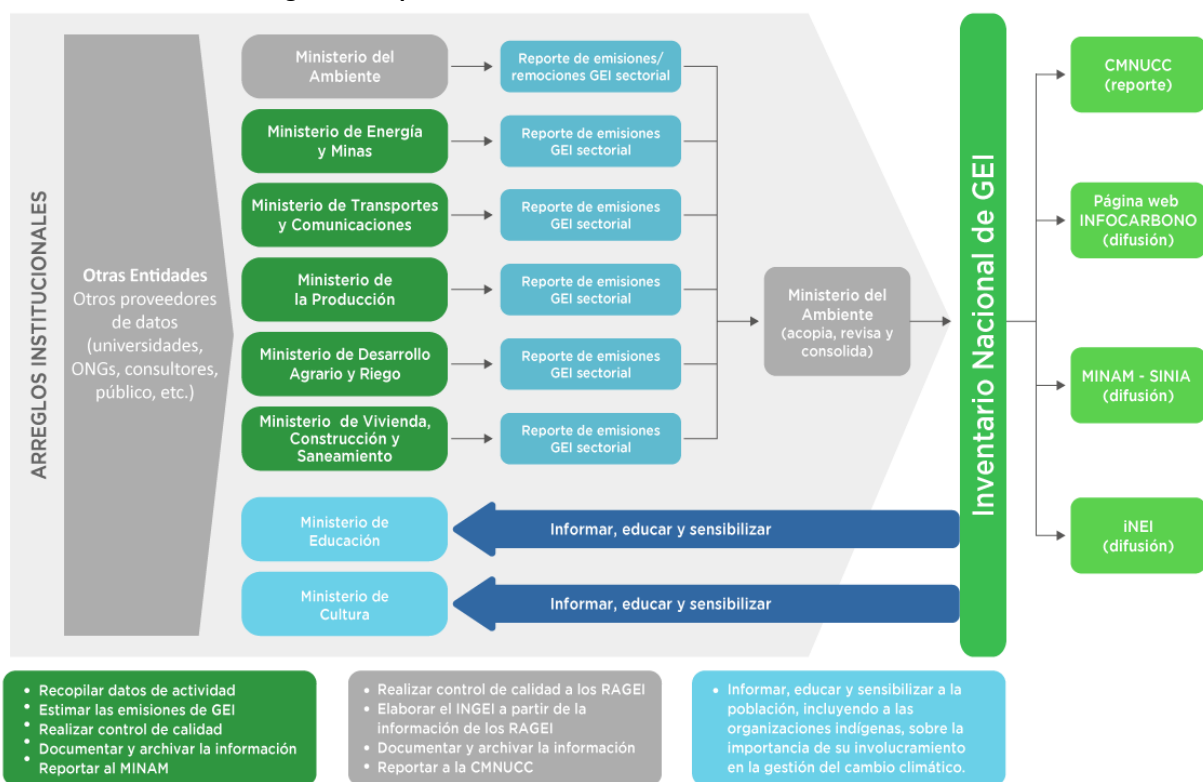
2.1. Organización para la elaboración del INGEI

A través del Decreto Supremo N°013-2014-MINAM, el MINAM aprobó las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), con el fin de establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de gases de efecto invernadero. En este sentido, el INFOCARBONO contribuye a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la CMNUCC.

El INFOCARBONO constituye el arreglo institucional nacional para la elaboración de los INGEI y es una de las herramientas del MRV de mitigación del Sistema para el Monitoreo de las Medidas de Adaptación y Mitigación establecidos en el artículo 32 y 51 del Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático. Así, el INGEI, en el Marco Reforzado de Transparencia dispuesto en el Acuerdo de París, constituye el principal instrumento para evaluar el cumplimiento de la meta absoluta en emisiones de GEI de nuestras Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC) actualizada¹⁰.

La siguiente figura presenta el esquema de funcionamiento del INFOCARBONO que resume los roles de las principales entidades involucradas.

Figura 1. Esquema de funcionamiento del INFOCARBONO



Fuente: Elaboración propia

¹⁰ Recuperado de:

<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Peru%20First/Reporte%20de%20Actualizacio%CC%81n%20de%20las%20NDC%20del%20Peru%CC%81.pdf>

El INFOCARBONO establece que la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) del MINAM es la entidad encargada de su implementación, administración y conducción, lo cual incluye las actividades que se muestran en la siguiente figura:

Figura 2. Responsabilidades del MINAM en el marco del INFOCARBONO



Fuente: Elaboración propia

Como parte de las disposiciones del INFOCARBONO, se establece la elaboración de los RAGEI de cada uno de los sectores comprendidos en las Directrices del IPCC. Asimismo, se asigna responsabilidades específicas a los ministerios con competencias en fuentes de emisiones y remociones de GEI, denominados como entidades competentes del INFOCARBONO para elaborar los RAGEI.

Los RAGEI son inventarios de GEI parciales, organizados de acuerdo al alcance de las funciones de cada entidad competente y siguiendo la clasificación de las fuentes de emisión de las metodologías del IPCC. En este contexto, la integración de los RAGEI realizada por parte del MINAM, que incluye la revisión y análisis de los mismos, da como resultado el INGEI. La siguiente figura muestra las actividades que realizan las entidades competentes para cumplir con la presentación de sus respectivos RAGEI:

Figura 3. Responsabilidades de las entidades competentes en el marco del INFOCARBONO



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, mediante la Resolución Ministerial N°168-2016-MINAM, el MINAM aprobó ocho guías sectoriales para la elaboración del RAGEI y una guía para la difusión del INGEI, las cuales definen su aplicación según entidad competente. El siguiente cuadro muestra la asignación de los RAGEI, según sectores IPCC, para cada una de las entidades competentes del INFOCARBONO.

Tabla 1. Asignación de los RAGEI, según sectores IPCC, para cada entidad competente

Entidad competente	Oficinas de la entidad competente que participa en la elaboración del RAGEI	Nombre del RAGEI	Sector del IPCC que cubre el RAGEI
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios	RAGEI del sector Agricultura, categorías: Ganado, Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO ₂ en la tierra	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT)
	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)	RAGEI del sector Uso de la Tierra, Cambio de uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), categorías: Tierras, Quema de biomasa en tierras forestales.	
Ministerio del Ambiente	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático	RAGEI del sector Desechos, categoría: Eliminación de desechos sólidos, incineración e incineración abierta de desechos sólidos	Desechos

Entidad competente	Oficinas de la entidad competente que participa en la elaboración del RAGEI	Nombre del RAGEI	Sector del IPCC que cubre el RAGEI
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Dirección General de Asuntos Ambientales	RAGEI del sector Desechos, categoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales, subcategoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	
Ministerio de la Producción	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria	RAGEI del sector desechos, categoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales, subcategoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	
		RAGEI del sector procesos industriales y uso de productos, categorías: industria de los minerales, industria química e industria de los metales	Procesos industriales y uso de productos (PIUP)
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Dirección General de Asuntos Ambientales	RAGEI del sector energía, categoría: combustión móvil	Energía
Ministerio de Energía y Minas	Dirección General de Eficiencia Energética	RAGEI de Energía, categorías: combustión estacionaria y emisiones fugitivas	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en línea con lo establecido en la mencionada Resolución, para la elaboración del RAGEI del sector UTCUTS se conformó el Grupo Técnico de Apoyo (GTA) donde participan la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) y el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático (PNCBMCC) del Ministerio del Ambiente (MINAM), y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).

2.2. Herramientas para la elaboración del INGEI

El MINAM, en el marco de sus competencias, ha desarrollado herramientas con la finalidad de facilitar la labor de las entidades competentes del INFOCARBONO en el proceso de elaboración de los Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero, sobre las cuales se basa el INGEI. A continuación, se describen las herramientas disponibles:

2.2.1 Guías para la elaboración del Reporte Anual de Gases de efecto Invernadero

El MINAM brinda orientaciones a cada entidad competente para la elaboración de sus respectivos RAGEI, a través de guías para la elaboración del RAGEI. Una primera versión de estas guías ha sido publicada en julio de 2016, mediante Resolución Ministerial N°168-2016-MINAM, y consiste en ocho guías sectoriales basadas en las Directrices del IPCC. Asimismo, estas guías brindan, entre otros, la estructura y contenido de los informes de reportes del RAGEI, así como plantillas de cálculo estandarizadas por sector IPCC.

Las plantillas de cálculo estandarizadas cumplen un rol importante en la preparación de los INGEI, porque constituyen la base técnica para comprender los aspectos metodológicos de la cuantificación de emisiones y remociones de GEI. Con el conocimiento y experiencia adquirida por el equipo técnico de inventarios de GEI, estas plantillas han sido mejoradas progresivamente en cuanto a su estructura y contenido, sobre todo por la aplicación las Directrices del IPCC de 2006 que son las metodologías más actualizadas del IPCC.

Por otro lado, es importante destacar que las plantillas de cálculo, que tienen como principal atributo la transparencia de la información, facilitan la labor del MINAM en el proceso de control de calidad y garantía de la calidad del INGEI.

Finalmente, las guías para la elaboración de los RAGEI serán actualizadas en función de los nuevos requerimientos para los INGEI establecidos en el Marco Reforzado de Transparencia dispuesto en el Acuerdo de París.

2.2.2 Página web del INFOCARBONO

El MINAM cuenta con la página web del INFOCARBONO, medio a través del cual se pone a disposición de las entidades competentes y del público en general, información actualizada de los resultados y metodologías del INGEI.

Figura 4. Vista principal de la página web del INFOCARBONO



Fuente: Página web INFOCARBONO

Desde julio de 2016, fecha en la que fue lanzada, la página web de INFOCARBONO representa el medio donde se informa de manera transparente la información utilizada y los métodos de las estimaciones de emisiones y remociones de GEI en el Perú.

La página web cuenta con información sobre los INGEI y RAGEI de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014, así como las planillas de cálculos que contienen la información base, procesada y los resultados de las estimaciones de las emisiones y remociones de GEI. Estas planillas son transparentes, de manera que permiten revisar y/o rehacer los cálculos, ya que todos los vínculos son totalmente visibles para el seguimiento de los parámetros utilizados en cada una de las fórmulas. Asimismo, la página también pone a disposición las ocho guías sectoriales para la elaboración del RAGEI y la guía de difusión del INGEI, así como los documentos de informes presentados ante la CMNUCC.

Por otro lado, cabe resaltar que la página web del INFOCARBONO se encuentra enlazada al sistema de gestión documental del MINAM (ALFRESCO ONE). Esta plataforma permite a las entidades competentes subir la información de los RAGEI, a partir de la cual, el MINAM puede realizar el proceso de control de calidad de los mismos. De esta manera, la plataforma ALFRESCO ONE constituye el sistema de archivo del INGEI, ya que permite archivar las versiones finales de los RAGEI e INGEI, resguardando la información de forma segura, confiable e íntegra y con acceso en tiempo real desde cualquier ubicación.

2.3. Asistencia técnica a las entidades competentes

El proceso de elaboración del INGEI 2016 ha considerado las lecciones aprendidas y las recomendaciones de mejora del reporte anterior (INGEI 2014), por lo que, el MINAM priorizó el desarrollo de actividades para lograr:

- Construir y fortalecer las capacidades de los equipos técnicos de inventario de GEI sobre las Directrices del IPCC de 2006, y
- Asistir a las entidades competentes en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006, en aquellos sectores que aún utilizaban las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996 (Desechos y Agricultura) y las Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura – OBP2003 (UTCUTS).

Estas acciones han sentado las bases para mejorar de forma progresiva la calidad del INGEI e incrementar las capacidades técnicas del equipo técnico de inventario de GEI del país. De este modo, nuestro país se adelanta a la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006, previo a su uso obligatorio a partir del 2024, establecido en el Marco Reforzado de Transparencia dispuesto en el Acuerdo de París.

A continuación, se describe las actividades desarrolladas en el marco de la elaboración del INGEI 2016.

2.3.1 Fortalecimiento de capacidades

Como parte de las acciones que el país ha venido realizando para la mejora de la calidad del INGEI, se han desarrollado actividades orientadas al fortalecimiento de capacidades de los equipos técnicos de inventarios de GEI, a través de cursos y talleres de capacitación, los cuales se describen a continuación:

- Curso virtual sobre las Directrices del IPCC del 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Durante el 2019 y 2020, el MINAM puso a disposición de los equipos a cargo de la elaboración de los RAGEI, el curso virtual de las “Directrices del IPCC del 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”, con el objetivo fortalecer las capacidades técnicas sobre las metodologías más actualizadas del IPCC para la estimación de las emisiones y remociones de GEI.

Como resultado del curso de entrenamiento, 19 profesionales culminaron satisfactoriamente y cuentan con las certificaciones emitidas por el *GHG Management Institute*.

Esta capacitación contó con el apoyo de UNEP DTU Partnership, a través del Acuerdo de Cooperación entre MINAM y UNEP DTU PARTNERSHIP, el cual tenía como objetivo de fortalecer las capacidades técnicas para la elaboración del INGEI en el marco del INFOCARBONO.

Figura 5. Certificados de capacitación del GHG Management Institute



Fuente: Elaboración propia

- Taller de entrenamiento en el uso de las Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Asimismo, del 02 al 04 de octubre del 2019, se realizó el “Taller de entrenamiento en el uso de las Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”, con el objetivo de i) afianzar los conocimientos adquiridos en el curso virtual, ii) identificar los principales desafíos de la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006; y iii) contar con orientaciones sobre cómo superar las limitaciones de acuerdo con la realidad nacional del país.

El taller se realizó en el marco del Acuerdo de Cooperación entre MINAM y UNEP DTU PARTNERSHIP, contando también con el apoyo de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI) y el Programa Mundial de Apoyo (GSP) del PNUD/PNUMA, quien contribuyó con el financiamiento del taller y la participación de expertos internacionales como el Ing. Walter Oyhantcabal (Experto ASOUT – Uruguay) y Mayra Rocha (Experta Desechos – Brasil).

Durante las tres jornadas de capacitación se contó con la participación de 36 profesionales de los equipos técnicos encargados de la elaboración de los RAGEI.

- Capacitaciones en el marco de la RedINGEI

La RedINGEI es una iniciativa de cooperación sur-sur y triangular entre países latinoamericanos de habla hispana y donantes internacionales con el objetivo de facilitar el fomento de capacidades técnicas e institucionales sostenibles en materia de inventarios nacionales de GEI por medio del intercambio de experiencias, lecciones aprendidas y la adopción de buenas prácticas entre sus países miembros¹¹.

El Programa Mundial de Apoyo (GSP) del PNUD/PNUMA para las Comunicaciones Nacionales y los Informes Bienales de Actualización, actúa como facilitador y proporciona apoyo estratégico, técnico, logístico y financiero para la realización de las actividades y el logro de los objetivos del plan de trabajo de la RedINGEI.

¹¹ Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay

Perú como país miembro desde el año 2016, ha participado en las actividades de fomento de capacidades como cursos, talleres y webinar en materia de inventarios organizados por la RedINGEI. A continuación, una breve descripción de las principales capacitaciones:

i. Curso virtual de las Directrices del IPCC del 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

El GSP puso a disposición de cada país miembro de la RedINGEI dos cupos para acceder a los cursos virtuales sobre las “Directrices del IPCC del 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” impartidos por el *GHG Management Institute*. Esto constituyó el primer programa de entrenamiento dirigido a los puntos focales y personal involucrados directamente en la elaboración de los inventarios de los países miembros.

Al respecto, es preciso señalar que los puntos focales de Perú culminaron satisfactoriamente y cuentan con las certificaciones emitidas por el *GHG Management Institute*.

ii. Taller de Incertidumbres para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

El Taller presencial sobre incertidumbres se desarrolló durante los días 13 y 14 de junio de 2018 en la ciudad de Uruguay, y tuvo como objetivo profundizar el conocimiento y familiarizarse con las fórmulas de cálculo y los procedimientos necesarios para estimar la incertidumbre por categoría de fuentes de cada sector del INGEI.

Asimismo, se organizaron grupos según sector IPCC y se realizaron ejercicios de cálculo que ejemplificaron el trabajo que se debe realizar para la estimación de las incertidumbres para todas las categorías de cada sector, capacitándose así en estimaciones cuantitativas de incertidumbre en el INGEI.

En este Taller, expertos del equipo de inventarios de Perú y Argentina aportaron compartiendo su experiencia en sus respectivos países y algunas planillas que elaboraron para la estimación de la incertidumbre en sectores específicos de sus INGEI.

iii. Programa de entrenamiento de la RedINGEI sobre incertidumbres de los Inventarios Nacionales de GEI

El programa de entrenamiento virtual sobre incertidumbres se realizó el 21 de octubre y 04 de noviembre de 2020, y tuvo como objetivo i) fortalecer las capacidades técnicas para la estimación y reporte de las incertidumbres mediante el método de propagación del error, ii) incrementar el conocimiento de los países miembros para avanzar en la aplicación del método de Monte Carlo, y iii) fomentar el intercambio de conocimiento entre países miembros para el desarrollo de las capacidades de los equipos técnicos nacionales.

La capacitación se desarrolló en dos etapas virtuales: un webinar abierto a toda la RedINGEI y una sesión técnica de profundización en la aplicación del método de Monte Carlo con base en la experiencia de Argentina para los países miembros con experiencia previa en la aplicación del método de propagación del error para las incertidumbres.

2.3.2 Asistencia para la elaboración de los Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero

Para la elaboración del RAGEI 2016, las entidades competentes, en su mayoría, han logrado incluir en sus equipos técnicos a profesionales que tienen a su cargo esta función. Por su parte, el MINAM, en el marco de sus competencias, ha brindado acompañamiento y asistencia técnica permanente a las entidades competentes durante todo el proceso.

Los ocho RAGEI 2016 que componen el Inventario Nacional de GEI aplican las Directrices del IPCC 2006, siendo este una mejora significativa respecto a lo reportado anteriormente. Adicionalmente, en algunos RAGEI se han considerado nuevas categorías y fuentes de emisiones, así como se ha incrementado el alcance de algunas de las ya incluidas, debido a la disponibilidad de información.

Las principales mejoras implementadas en los RAGEI 2016 respecto a los reportes anteriores se detallan, a continuación:

Tabla 2. Mejoras implementadas en el RAGEI 2016 del sector Desechos, Agricultura y UTCUTS

Sector	Mejoras
Desechos	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de las Directrices del IPCC de 2006. - Específicamente en la categoría Eliminación de desechos sólidos, se aplicó el método de descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés) del IPCC, para lo cual se estimó información sobre la actividad desde el año 1950. Asimismo, se incluyó la categoría de Incineración abierta de desechos sólidos como una actividad adicional en la gestión de residuos sólidos. Para ello, se tuvo en cuenta la generación per cápita de residuos sólidos municipales en zonas rurales y la existencia de un sitio de disposición final cerca de dichos distritos. - Para la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas se abordó las aguas residuales tratadas y no tratadas del ámbito urbano y rural, a diferencia de los reportes anteriores donde solo se tomaba en cuenta la zona urbana. Asimismo, se tomó en cuenta las tecnologías de tratamiento. - Para la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales se incluyó el tipo de tratamiento que se le realiza a las aguas residuales previo a su vertimiento al alcantarillado o cuerpo de agua natural. Aunque no se tuvo información del tipo de tratamiento in situ del total de los rubros industriales considerados en la estimación, se realizó una aproximación con la información que brindó la Autoridad Nacional del Agua, además se tuvo en cuenta las tecnologías de tratamiento de las aguas residuales domésticas del país y se asumió que éstas también se usan en el sector industrial por práctica común.
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de las Directrices del IPCC de 2006¹² - Para el caso de la categoría Fermentación entérica, por primera vez Perú utiliza un Nivel 2, lo cual significa un gran salto metodológico. Asimismo, producto de la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006, se incluyó la estimación de emisiones procedentes de la aplicación de Urea y de emisiones indirectas de manejo de estiércol, categorías que no fueron estimadas en reportes anteriores.
Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 - Con respecto a la representación de tierras, se ha logrado que sea completa, ya que abarca la superficie total nacional al incluir a los biomas Amazonía,

¹² Si bien las Directrices del IPCC de 2006 unifica los sectores Agricultura y UTCUTS en un solo sector denominado ASOUT (AFOLU, por sus siglas en inglés), la cuantificación y reporte de emisiones se realiza de forma desagregada para visibilizar el aporte en las emisiones totales.

Sector	Mejoras
Silvicultura (UTCUTS)	<p>Costa y Sierra, a diferencia de los reportes anteriores, donde la representación de tierras solo abarcó el bioma Amazonía.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asimismo, para la representación de tierras se ha logrado construir matrices de uso y cambio de uso de la tierra para periodos de 20 años. En el bioma Amazonía esto ha sido posible, debido al esfuerzo desarrollado para reconstruir el periodo histórico de 1975 a 1994. - Con respecto a los reservorios de carbono, se han incluido estimaciones de los reservorios de Biomasa Viva (Bv), Materia Orgánica Muerta (MOM) y Carbono Orgánico del Suelo (COS) en las clases Tierras forestales, Tierras de cultivos, Pastizales, Asentamientos y Otras tierras. - A través de juicio de expertos, la clase Tierras convertidas en tierras forestales, ha sido desagregada en dos subclases: plantaciones forestales y regeneración del bosque nativo, a diferencia de reportes anteriores, donde la superficie de plantaciones forestales era estimada como un valor proxy a partir de las estadísticas nacionales.

Fuente: Elaboración propia

En el caso del RAGEI del sector Energía (Combustión estacionaria y emisiones fugitivas), el RAGEI del sector Energía (Combustión Móvil) y el RAGEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP), estos ya venían utilizando las Directrices del IPCC del 2006, por lo que las mejoras aplicadas en el RAGEI 2016 responden a los resultados de la revisión externa, los mismos que serán detallados en las secciones correspondientes a cada sector.

Es importante destacar que el proceso de aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en los RAGEI del sector Desechos, Agricultura y UTCUTS ha implicado un esfuerzo importante para el país, por lo que consideramos relevante describir, a continuación, el proceso en mención.

2.3.2.1 Aplicación de las Directrices del IPCC del 2006 en el sector Desechos

Para la aplicación de las Directrices del IPCC del 2006 en los tres RAGEI del sector Desechos, se contó con el apoyo de expertos internacionales¹³, quienes brindaron asesoría metodológica al equipo de inventario de GEI. Asimismo, se contó con un profesional nacional, quien brindó soporte técnico a la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (DGRS) del MINAM; la Dirección de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS; y la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de la Producción - PRODUCE, para la elaboración de sus respectivos RAGEI. Ambos apoyos técnicos se ejecutaron de forma paralela y complementaria desde marzo hasta julio de 2020.

Esta asistencia técnica se basó en un proceso de construcción de capacidades de los equipos de inventario de las entidades competentes, y el plan de trabajo diseñado consideró la interacción y trabajo conjunto para el cumplimiento del objetivo. Por un lado, los expertos internacionales brindaron sus conocimientos y orientaciones para i) comprender el alcance de la metodología del IPCC, ii) definir los métodos y supuestos, iii) generar y/o construir datos faltantes, y iv) optimizar los procesos de control de la calidad. Así mismo, estuvieron a cargo de la garantía de la calidad de los resultados obtenidos.

Por otro lado, el experto nacional y el equipo de inventario de las entidades competentes, estuvieron a cargo de i) la recopilación y/o construcción de los datos, involucrando a los principales proveedores de información en este proceso, ii) definición de supuestos, iii)

¹³ Juan Luis Martín Ortega (control de la calidad), revisor de inventarios de GEI de la CMNUCC.
 María José López Blanco (garantía de la calidad), miembro del IPCC y revisor líder de GEI de la CMNUCC.

procesamiento y control de calidad de los datos, y iv) levantamiento de hallazgos resultado del control y garantía de la calidad.

Asimismo, para superar las brechas de información, se contó con el apoyo de la RedINGEI quien facilitó reuniones bilaterales con los responsables de la elaboración de los inventarios de GEI en los países de Uruguay, Chile, Paraguay y México, con la finalidad de analizar los enfoques de otros países ante dificultades como la falta de información y la inconsistencia de las series temporales.

Durante este proceso, se priorizó el desarrollo de reuniones semanales de coordinación con el objetivo principal de revisar los avances, plantear y/o resolver consultas sobre la metodología u otros aspectos relevantes y desarrollar sesiones técnicas de capacitación.

Finalmente, debido a la circunstancia internacional de la pandemia COVID-19, los talleres presenciales a realizarse, en el marco de esta asistencia técnica, fueron cancelados y en su reemplazo se desarrollaron actividades complementarias y de interés para el proceso de fortalecimiento de capacidades técnicas. Estas actividades adicionales fueron las siguientes:

- a) Construcción de la serie temporal anual del año 1994 al 2000.
- b) Realización de una capacitación virtual sobre la construcción de la serie temporal del año 1994 al 2000.
- c) Realización de una capacitación virtual sobre el proceso de aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el Inventario del sector Desechos.

Es preciso mencionar que las actividades complementarias permitieron fortalecer aún más las capacidades técnicas del equipo de inventario de Perú y generar la información requerida para cumplir con los nuevos requerimientos del Marco Reforzado de Transparencia dispuesto en el Acuerdo de París.

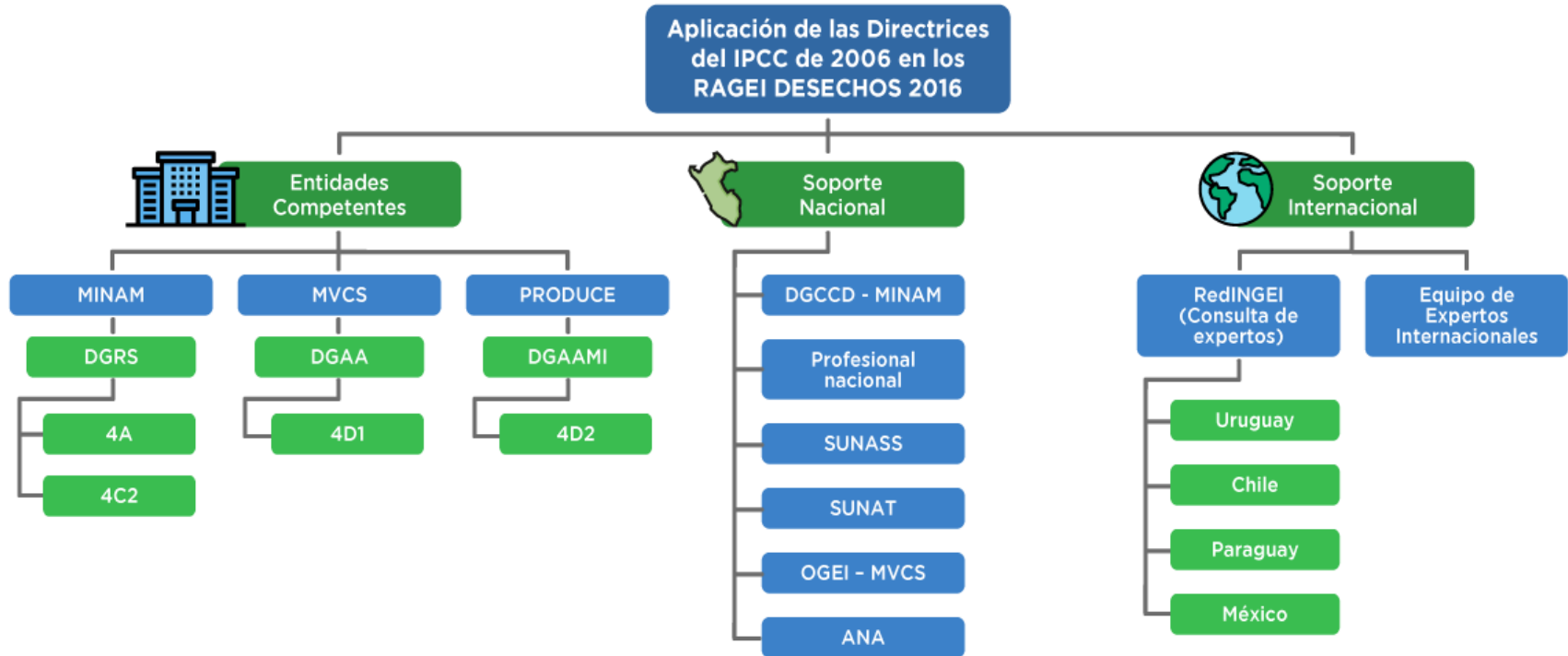
Como resultado del proceso relatado líneas arriba, se logró contar con tres RAGEI del sector Desechos del año 2016 y recálculo de la serie temporal hasta el año 1994, con la aplicación de Directrices del IPCC de 2006:

- i. RAGEI del sector Desechos, categoría Eliminación de desechos sólidos (4A) e Incineración e Incineración abierta (4C2).
- ii. RAGEI del sector Desechos, categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (4D1).
- iii. RAGEI del sector Desechos - categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (4D1).

Si bien estos RAGEI contienen oportunidades de mejora, como todos los inventarios nacionales de GEI a nivel internacional, se considera que los resultados son de calidad ya que han pasado por procesos exhaustivos de control de calidad (a cargo de los profesionales que han participado en las estimaciones) y de la garantía de calidad (a cargo de un revisor internacional de inventarios de GEI).

A continuación, se presenta un esquema que resume los múltiples actores nacionales e internacionales que participaron en el proceso descrito anteriormente.

Figura 6. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en los RAGEI del sector Desechos



Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2 Aplicación de las Directrices del IPCC en el sector Agricultura, Silvicultura y Otro Usos de la Tierra

Para la aplicación de las Directrices del IPCC del 2006 en los RAGEI del sector Agricultura y UTCUTS, se contó con el apoyo de expertos internacionales¹⁴ del sector ASOUT, quienes brindaron asesoría metodológica al equipo de inventario de GEI. Asimismo, se contó con dos profesionales nacionales, quienes brindaron soporte técnico a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) y a la DGCCD del MINAM para la elaboración de sus respectivos RAGEI. Ambos soportes técnicos se ejecutaron de forma paralela y complementaria desde marzo hasta noviembre de 2020.

Esta asistencia técnica se basó en un proceso de construcción de capacidades de los equipos de inventario de las entidades competentes, y el plan de trabajo diseñado consideró la interacción y trabajo conjunto para el cumplimiento del objetivo. Por un lado, los expertos internacionales brindaron sus conocimientos y orientaciones para i) comprender el alcance de la metodología del IPCC, ii) definir los métodos y supuestos, iii) generar y/o construir datos faltantes, y iv) optimizar los procesos de control de la calidad. Así mismo, estuvieron a cargo de la garantía de la calidad de los resultados obtenidos.

Por otro lado, los expertos nacionales y el equipo de inventario de las entidades competentes, estuvieron a cargo de i) la recopilación y/o construcción de los datos, involucrando a los principales proveedores de información en este proceso, ii) definición de supuestos, iii) procesamiento y control de calidad de los datos, y iv) levantamiento de hallazgos resultado del control y garantía de la calidad.

Asimismo, para superar las brechas de información en el sector Agricultura, se realizaron consulta de expertos nacionales e internacionales para i) generar factores de emisión de fermentación entérica de ganado vacuno para aplicar el nivel 2 de cálculo¹⁵, ii) caracterizar los sistemas de manejo de estiércol de la Llama y Alpaca¹⁶, iii) caracterizar la población de aves¹⁷, iv) caracterizar los sistemas de riego del cultivo de arroz¹⁸. Para el sector UTCUTS, también se realizaron consulta de expertos nacionales e internacionales para: i) la elaboración de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra para periodos de 20 años desde el año 1975¹⁹ del bioma Amazonía y ii) caracterizar las superficies de tierras convertidas en tierras forestales en plantaciones forestales y regeneración natural²⁰. Asimismo, se utilizaron mapas globales de cobertura de la tierra (Proyecto CCI-LC de *The Europe Space Agency*) para la representación de tierras de los biomas Costa y Sierra y así abarcar la superficie total nacional.

¹⁴ Asesor principal: Walter Oyhantcabal (control de calidad), miembro del IPCC y revisor líder de inventarios de GEI de la CMNUCC. Asesores colaboradores: Nicolás Costa y Guadalupe Martínez.

¹⁵ Se consultó a los siguientes expertos nacionales: Carlos Gómez, César Pinares, Gino Martínez, Héctor Vásquez, Jorge Vela, Jorge Robles, Erica Amanza, Cayo Levau, Benjamín Depaz, Manuel Rosembergt y Luis Murga.

Para determinación del peso maduro del ganado vacuno se consultó al experto internacional: Rolando Barahona, Profesor del Departamento de Producción Animal de la Universidad Nacional de Colombia

¹⁶ Se consultó a los siguientes expertos: Omar Príncipe, Francisco Franco, Gustavo Gutiérrez y Alfonso Atanacio.

¹⁷ Se consultó a los siguientes expertos: Luis Trujillo y Milagros Davidia.

¹⁸ Se consultó a los siguientes expertos: Carlos Bruzzone, Andrés Trigoso, Cesar Tepe, Edson Torres, Jhony Llerena y Oswaldo Cerdán.

¹⁹ Se consultó a los siguientes expertos internacionales:

IPCC: Sandro Federici

FAO: Ángel Parra

CONAFOR – México: Oswaldo Carrillo, Eder Larios, Carmen Meneses, Cesar Moreno, Adrián Ochoa, Luis Martínez y Rafael Mayorga.

²⁰ Se consultó a los siguientes expertos nacionales: Víctor Barrena e Ignacio Lombardi (Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria de la Molina)

Durante este proceso, se priorizó el desarrollo de reuniones semanales de coordinación con el objetivo principal de revisar los avances, plantear y/o resolver consultas sobre la metodología u otros aspectos relevantes y desarrollar sesiones técnicas de capacitación.

Finalmente, debido a la circunstancia internacional de la pandemia COVID-19, los talleres presenciales a realizarse, en el marco de esta asistencia técnica, fueron cancelados y en su reemplazo se desarrollaron actividades complementarias y de interés para el proceso de fortalecimiento de capacidades técnicas. Estas actividades adicionales fueron las siguientes:

- a) Construcción de la serie temporal del año 1994.
- b) Realización de una capacitación virtual para aplicar el Nivel 2 en Fermentación entérica del ganado vacuno (Agricultura).
- c) Realización de una capacitación virtual sobre la Representación coherente de las tierras (UTCUTS).
- d) Realización de una capacitación virtual sobre el proceso de aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el Inventario del sector ASOUT.

Es preciso mencionar que las actividades complementarias permitieron fortalecer aún más las capacidades técnicas del equipo de inventario de Perú y generar la información requerida para cumplir con los nuevos requerimientos del Marco Reforzado de Transparencia dispuesto en el Acuerdo de París.

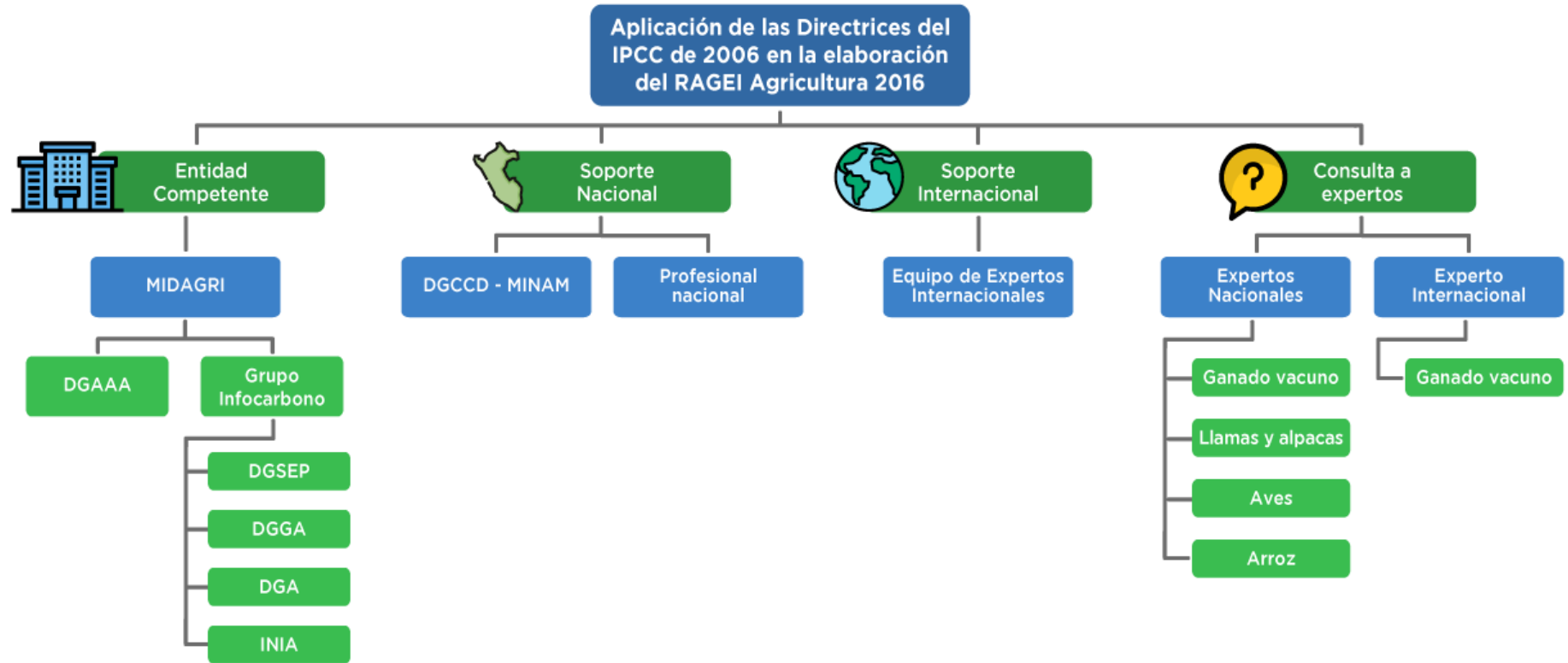
Como resultado del proceso relatado líneas arriba, se logró contar con los RAGEI del sector Agricultura y UTCUTS del año 2016 y recálculo de la serie temporal hasta el año 1994, con la aplicación de Directrices del IPCC de 2006.

Si bien estos RAGEI contienen oportunidades de mejora, como todos los inventarios nacionales de GEI a nivel internacional, se considera que los resultados son de calidad ya que han pasado por procesos exhaustivos de control de calidad (a cargo de los profesionales que han participado en las estimaciones) y de la garantía de calidad (a cargo de revisores internacionales de inventarios de GEI²¹).

A continuación, se presenta un esquema que resume los múltiples actores nacionales e internacionales que participaron en el proceso descrito anteriormente.

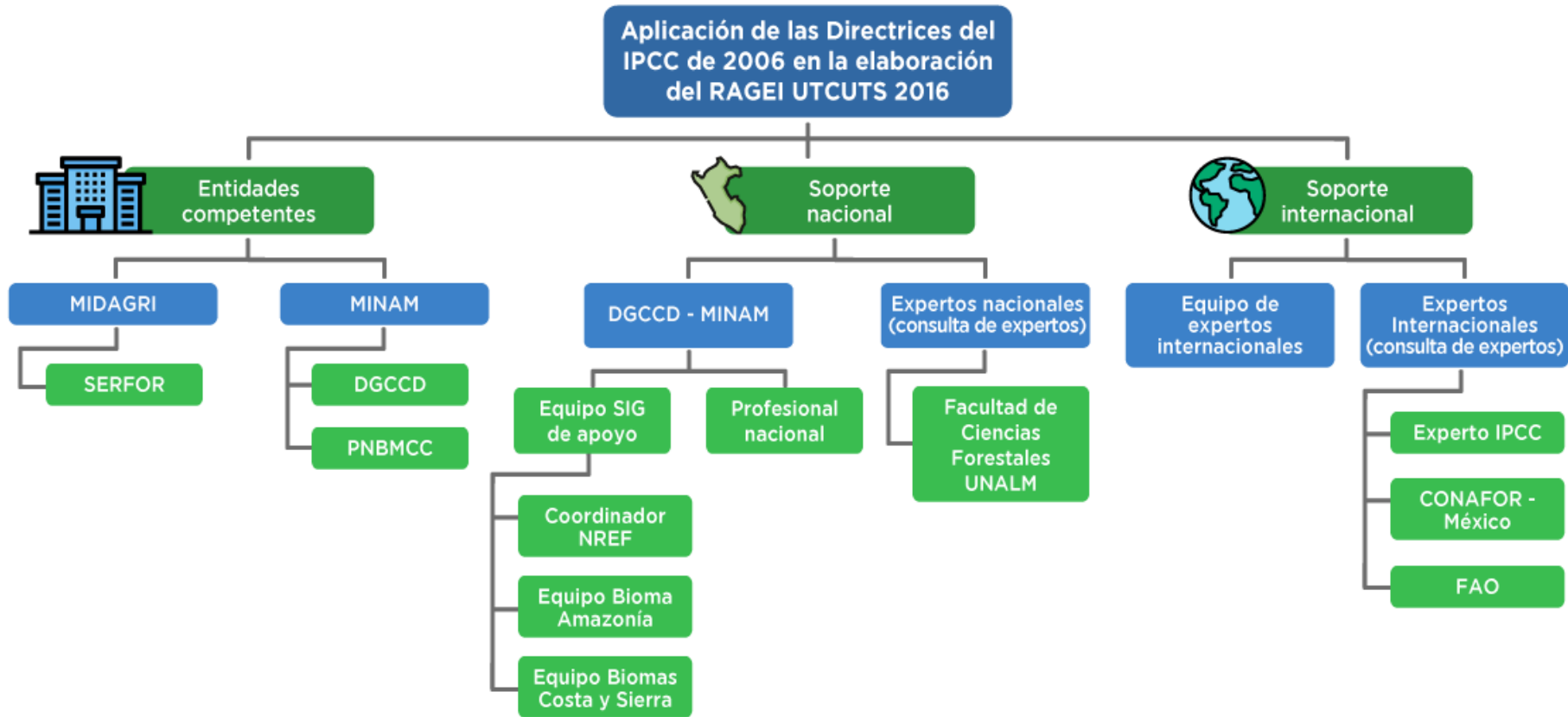
²¹ Ioannis Sempos, revisor líder de inventarios de GEI de la CMNUCC.

Figura 7. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el RAGEI del sector Agricultura



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el RAGEI del sector UTCUTS 2016



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1. Aplicación del nivel metodológico 2 para fermentación entérica

Una mejora significativa en el RAGEI del sector Agricultura, es la aplicación del Nivel metodológico 2 para la estimación de emisiones procedentes de la categoría Fermentación Entérica, específicamente en el ganado vacuno. Este proceso de mejora se detalla a continuación:

Fases del proceso de mejora en el sector Agricultura:

Identificación de oportunidad de mejora en el sector Agricultura

- La fermentación entérica fue identificada como una categoría principal y de gran importancia en el sector y en el INGEI, por lo cual, en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006, se decidió utilizar un Nivel 2 para las estimaciones de las emisiones de esta categoría.
- Con este fin, se buscó lograr la mejora en la calidad de las fuentes de información para los componentes de mayor impacto en las emisiones de esta categoría, lo que implicó el desarrollo de parámetros y factores de emisión específicos para la estimación de emisiones por fermentación entérica de la población de ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno.

Recolección de información

- Los datos de actividad provinieron de las Series de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA) del SIEA - MIDAGRI, y se utilizó como representativa la desagregación de la población de ganado vacuno por raza, según departamento y tipo de ganado, del IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (CENAGRO 2012).
- Para los factores de emisión, se identificaron los parámetros necesarios para construir factores de emisión específicos para cada grupo de edad de ganado vacuno. De acuerdo con las Directrices de IPCC del 2006, entre los principales factores que influyen en las emisiones de CH₄ por fermentación entérica se encuentran la cantidad y tipo de dieta de alimento, la ganancia de peso y su productividad, la tasa de preñez, entre otras. La construcción de estos factores y parámetros específicos para el país se desarrolló a través de un proceso de Dictamen a Juicio de Expertos para recoger las variables identificadas como necesarias para el salto metodológico. Este proceso fue liderado por MIDAGRI.

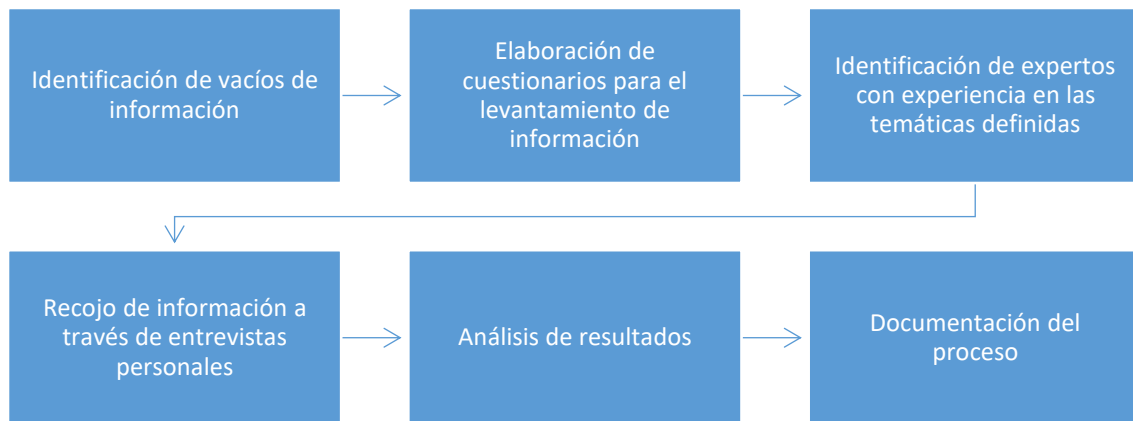
Aplicación de Nivel 2 en la subcategoría Fermentación entérica

- Como resultado de los esfuerzos aplicados, para el INGEI 2016, se ha logrado estimar las emisiones de fermentación entérica del ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno a partir de la determinación de factores de emisión nacionales, construidos para la población de ganado vacuno por cada grupo de edad identificado.

Fuente: Elaboración propia

Como parte de la recolección de información descrita en la sección anterior, se desarrolló un proceso de levantamiento de información a través de dictamen a juicio de expertos, como fuente de información para la construcción de variables país específicas necesarias para lograr el cambio de nivel metodológico. La siguiente figura presenta las fases metodológicas definidas para llevar a cabo este proceso.

Figura 9. Etapas del proceso metodológico del dictamen de expertos



Fuente: Elaboración propia

Si bien la metodología e información empleada para lograr el Nivel 2 permite reflejar de mejor manera la realidad de los sistemas ganaderos nacionales y representa un gran avance en lo que respecta a la reducción de la incertidumbre de las emisiones de esta categoría, aún se identifican oportunidades de mejora, como contar con factores de emisión para cada región del país, considerando que hay diferentes sistemas ganaderos en las regiones. Asimismo, las emisiones asociadas a esta categoría forman parte de las medidas de mitigación del sector agricultura priorizadas en el país. Teniendo en cuenta este aspecto, se hace aún más necesario continuar con la implementación de las mejoras de esta categoría.

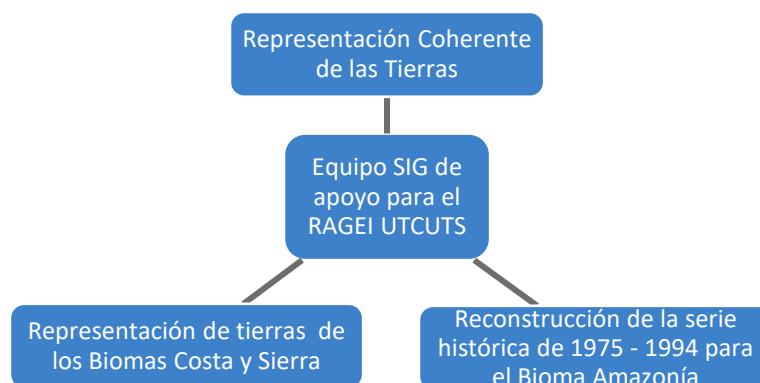
Cuadro 2. Representación coherente de las Tierras para toda la superficie del país

En el sector UTCUTS, los esfuerzos estuvieron enfocados en la representación coherente de las tierras. De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las existencias de carbono y la emisión y remoción de los GEI asociadas con las actividades del sector, se necesita información que represente las diversas categorías de usos de la tierra, incluyendo datos de la superficie de cada categoría.

Hasta el INGEI 2014, la representación de tierras se ha venido realizando solo para el bioma Amazonía gracias a la disponibilidad de productos del monitoreo satelital de los bosques que ha venido consolidándose a través del Módulo de Monitoreo de Cobertura de Bosques (MMCB) del Programa Nacional para la Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNBCMCC). En ese sentido, en el INGEI 2016 los esfuerzos estuvieron enfocados en el desarrollo de una representación coherente de tierras de manera completa, es decir, que represente el total de la superficie nacional. Asimismo, se identificó necesario contar con una representación temporal de tierras desde el año 1975, ya que las variaciones en las existencias del carbono orgánico en el suelo ocurren en periodo de 20 años, de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006. Por lo tanto, debido a que la serie histórica de los INGEI de Perú inició en el año 1994, y la información disponible en el MMCB cubre el periodo 1995 – 2016 para el bioma Amazonía, se buscó tener una representación coherente de todos los usos de tierras para el período 1975-1994.

En función a lo descrito, para lograr la representación coherente de tierras del país, se conformó un equipo SIG de apoyo que enfocó sus esfuerzos en la preparación de la información necesaria para la construcción de los datos de actividad (matrices de uso y cambio de uso de la tierra). Este equipo SIG de apoyo al RAGEI UTCUTS, estuvo bajo la supervisión del Coordinador Nacional del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de Perú. Asimismo, el equipo fue reforzado con tres profesionales nacionales que tuvieron a cargo la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra de los biomas Amazonía, Costa y Sierra para todos los años de inventario. La siguiente figura presenta la organización del equipo SIG para llevar a cabo la representación de tierras para el RAGEI UTCUTS.

Figura 10. Acciones del equipo SIG para la representación coherente de las tierras



Fuente: Elaboración propia

El proceso desarrollado para lograr una representación coherente de tierras de la superficie nacional del país se detalla a continuación:

Acciones desarrolladas para la representación de tierras de Perú:

Búsqueda de las principales fuentes de información

- Se analizaron distintas fuentes de información, tales como los Censos Nacionales Agropecuarios, los Mapas Forestales Nacionales, compendios estadísticos forestales, reportes de Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA, por sus siglas en inglés), información espacial de MapBiomias, entre otras fuentes.

Definición de estratos

- Los estratos definidos para la representación de tierras del país fueron: Bioma Amazonía, Bioma Costa y Bioma Sierra. La superficie del bioma Amazonía abarcó las ecozonas selva alta accesible, selva alta de difícil acceso, selva baja e hidromórfica.

Selección de los Métodos de Representación de Tierras

- Dado que el país cuenta con información detallada para un Método 3 espacialmente explícito en el bioma Amazonía, el reto estuvo en indagar en la existencia de la mejor información posible (estadísticas nacionales e información espacial) para completar la representación de tierras de los biomas Costa y Sierra, al menos con un Método 1.

Preparación de los datos de superficie

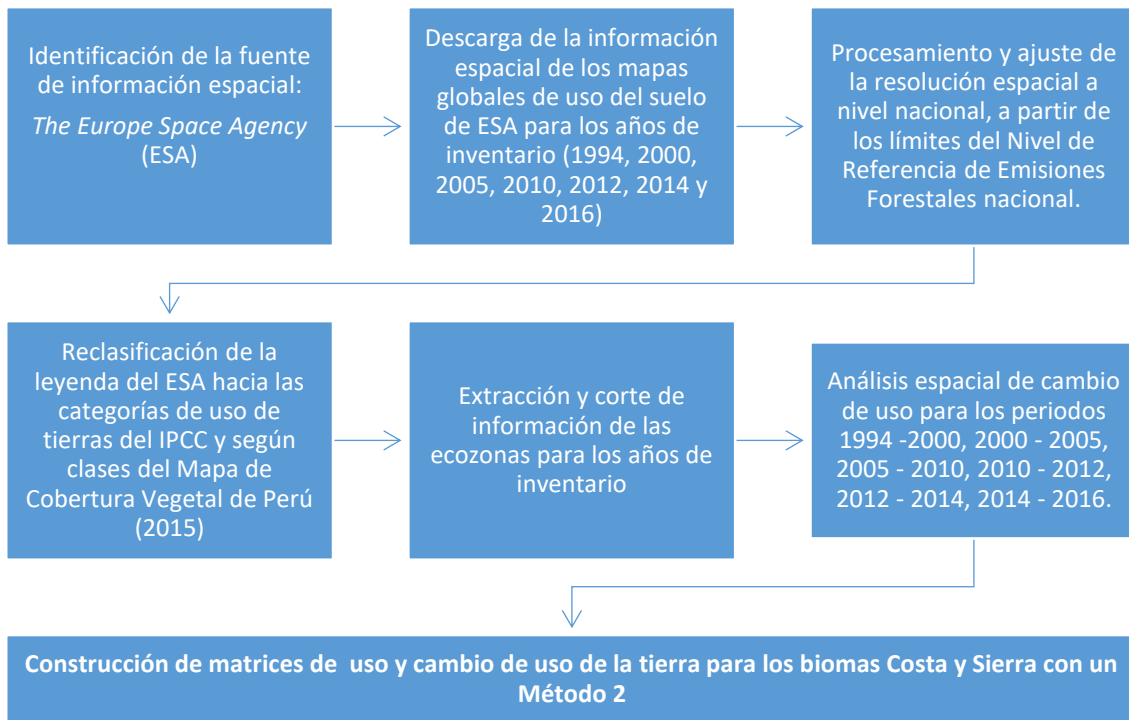
- Según los tipos de datos disponibles y el método de representación de tierras para cada bioma, se procedió al armado de las matrices de uso y cambio de uso de las tierras. Las categorías de uso de las tierras fueron las que correspondieron a las seis categorías definidas en las Directrices del IPCC de 2006 (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos, y Otras Tierras).

Fuente: Elaboración propia

Construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra para los biomas Costa y Sierra:

La representación de las tierras en los biomas Costa y Sierra se realizó utilizando como insumo una fuente de datos globales. La fuente seleccionada fue la información espacial del proyecto CCI-LC de *The Europe Space Agency* (ESA), la cual ofrece mapas globales de cobertura de suelo desde el año 1992 hasta 2018. En el siguiente esquema, se presentan las fases metodológicas para la construcción de las matrices de los biomas Costa y Sierra:

Figura 11. Proceso de construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas Costa y Sierra



Fuente: Elaboración propia

La construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra para los biomas Costa y Sierra con periodos de cambio entre años de inventario, permitió lograr la representación completa de la superficie nacional del país.

Proceso de reconstrucción de la serie histórica de 1975 - 1994 para el bioma Amazonía:

Un proceso que generó muchas dificultades en el camino fue la reconstrucción de la serie histórica del periodo 1975 -1994 para el bioma Amazonía. Las etapas de este proceso son descritas a continuación:

Análisis de distintas fuentes de información

- Se analizaron distintas fuentes de información, tanto estadística como espacial. Se consultaron diversas fuentes de datos, incluyendo mapas existentes y reportes al FRA de FAO. Para conocer las fuentes de información utilizadas en el reporte al FRA, se mantuvo una reunión con SERFOR, entidad encargada de la elaboración de este reporte.

Aplicación de métodos de extrapolación para reconstruir la serie 1975-1994

- La reconstrucción del periodo 1975 – 1994 se abordó mediante técnicas de extrapolación, utilizando como base la información espacial existente y desarrollada por el PNCBMCC para el periodo 1995 – 2016. Para lograr una serie de tiempo coherente se realizaron ajustes a los resultados asumiendo que la superficie de la categoría “Asentamientos” se mantiene constante, y distribuyendo las superficies de manera proporcional en las otras categorías. Esto permitió reconstruir una serie histórica con datos de superficie anual por cada uso de tierra para el periodo 1975 -1994.

Construcción preliminar de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra para periodos de 20 años

- A partir de la matriz de cambio de uso del año 1995 - 2016 se obtuvo el cambio anual promedio entre las categorías de uso de la tierra del IPCC, lo cual permitió armar las matrices de cambio de 20 años para cada año de inventario (1975-1994, 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, 1993-2012, 1995-2014, 1997-2016). Sin embargo, este método llevó a la obtención de valores negativos en las permanencias de las categorías de “tierras de cultivo” y “Otras tierras”, lo cual no representaba un dato coherente, por lo que se tuvo que buscar un nuevo método para abordar la construcción de las matrices.

Consulta a expertos internacionales

- Se realizaron consultas a equipos de inventarios de otros países y a otros expertos internacionales (IPCC y FAO) sobre experiencias en la representación coherente de las tierras. A fin de plantear las consultas de manera más clara, el equipo de apoyo SIG elaboró un video explicativo con la descripción paso a paso del proceso de construcción de matrices de 20 años y las dificultades durante su elaboración. Producto de estas consultas, se mantuvo una reunión bilateral con el equipo de CONAFOR - México.

Replanteamiento de metodología

- Dado que no se encontró un método que permitiera ajustar los resultados para obtener valores consistentes en todos los periodos analizados, se exploraron otras opciones metodológicas. El replanteamiento metodológico llevó a la aplicación de un modelo espacial que permita reconstruir el pasado.

Modelamiento espacial

- A partir de la información espacial de uso y cambio uso (PNCBMCC) y empleando el software *Terrset Geospatial Monitoring and Modeling System* para el modelamiento espacial, se construyó un modelo para generar información en periodos de 5 años (1975 – 1980 – 1985 – 1990 – 1995). El modelo espacial fue generado en función a la dinámica de cambio que se observó durante los periodos 2000 y 2005.

Construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra

- En base a la información obtenida en el modelado espacial, se logró completar el cuadro de superficies por categoría de uso de la tierra para el periodo de 1975 a 2016. A partir de estos resultados, se realizó la construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra en periodos de 20 años para el bioma Amazonía, aplicando un Método 3.

La construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra representó un gran desafío debido a las dificultades para acceder a diversas fuentes de datos, asimismo, el procesamiento de los datos demandó un importante tiempo adicional a lo previsto. Sin embargo, todos los esfuerzos permitieron contar con seis matrices de un inventario respecto al anterior para los tres biomas, es decir para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014 y 2014-2016. Además, para el bioma Amazonía, se construyeron siete matrices para periodos de 20 años, es decir 1975-1994, 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, 1993-2012, 1995-2014, y 1997-2016.

Los resultados del proceso realizado se resumen en el siguiente esquema:

Figura 12. Representación coherente de las tierras de Perú

REPRESENTACIÓN COHERENTE DE LAS TIERRAS - PERÚ								
Años INGEI	1975	1994	2000	2005	2010	2012	2014	2016
Amazonía		Mapas de Uso y Cambio de Uso - PNCBMCC						
		1995						2016
	Modelamiento histórico	Interpolación y extrapolación a partir de información espacial del PNCBMCC						
		Matrices de uso y cambio de uso de la tierra con periodos de cambio por año de inventario						
	Matrices de uso y cambio de uso de la tierra con periodos de 20 años							
Costa y Sierra		Información espacial de <i>The Europe Space Agency (ESA)</i>						
		Análisis de Uso y Cambio de Uso a partir de los mapas de la ESA						
		Matrices de uso y cambio de uso de la tierra con periodos de cambio por año de inventario						

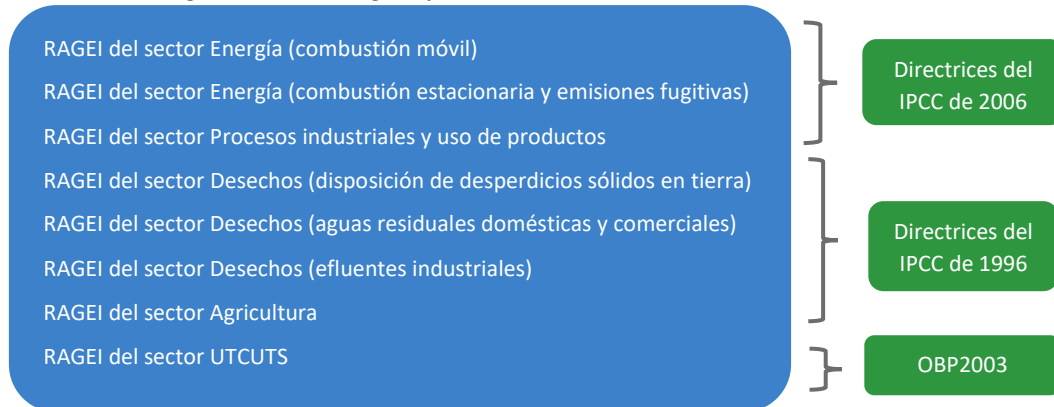
Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar que estos procesos permitieron una mejora significativa en la exhaustividad del INGEI 2016, sin embargo, este primer esfuerzo es una primera estimación a nivel nacional para todas las categorías de uso de la tierra y sus respectivas conversiones. Es necesario seguir explorando nuevas fuentes de información y métodos que permitan completar una serie histórica consistente para los tres biomas analizados, para así lograr la determinación de las áreas totales de cada una de las categorías de uso de la tierra en los periodos requeridos.

2.4. Elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

En marzo del 2018, las entidades competentes iniciaron el proceso de elaboración de los RAGEI correspondientes al año 2016 y la actualización de la respectiva serie temporal de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014, aplicando diferentes metodologías:

Figura 13. Metodologías aplicadas al inicio de la elaboración de los RAGEI 2016



Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo 2019 - 2020, se fortaleció las capacidades técnicas del equipo de inventario sobre las Directrices del IPCC de 2006 y se elaboraron los RAGEI del sector Desechos, Agricultura y UTCUTS con las mencionadas Directrices, tomando como base los RAGEI preparados con las Directrices del IPCC de 1996 y OBP2003.

A partir de octubre de 2020, el MINAM inició la consolidación de los 8 RAGEI (elaborados con las Directrices del IPCC de 2006), el desarrollo de los aspectos transversales del INGEI (análisis de categorías principales, análisis de incertidumbre, serie temporal coherente, entre otros) y la preparación del informe del INGEI 2016, en cumplimiento con lo estipulado en el Artículo 9 del D.S. 013-2014-MINAM.

En la siguiente figura se muestra la línea de tiempo que resume las actividades desarrolladas para la elaboración del INGEI 2016 en el marco del INFOCARBONO.

Figura 14. Línea de tiempo para la elaboración del INGEI 2016



Fuente: Elaboración propia

2.5. Difusión del INGEI

En el marco del INFOCARBONO, el MINAM es el responsable de difundir los INGEI a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y de la página web INFOCARBONO (<https://infocarbono.minam.gob.pe/>). Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), a través del Anuario de Estadísticas Ambientales, es el encargado de publicar los resultados del INGEI.

Finalmente, es importante resaltar que el INGEI 2016 será publicado en la página web de la CMNUCC.

2.6. Revisión externa del INGEI 2016

El INGEI 2016 ha sido revisado por un equipo de revisores internacionales²², quienes han identificado oportunidades de mejora en las planillas de cálculo del INGEI de cara a cumplir las Directrices del IPCC de 2006 de forma completa. El aseguramiento de la calidad fue desarrollado a través un formato común para registrar los hallazgos que incluye: aseguramiento de calidad de los sectores Energía, PIUP, Desechos, Agricultura, UTCUTS y asuntos transversales.

Como parte del aseguramiento de la calidad se identificaron una serie de hallazgos, siendo algunas resueltas e incluidas en el INGEI 2016. El resto serán resueltos de forma progresiva en función, principalmente, a la disponibilidad de los datos.

Asimismo, el INGEI 2016 también incorpora algunas mejoras recomendadas resultado de revisión externa al INGEI 2014, cuya revisión estuvo a cargo del Equipo de expertos²³ de USAID/US EPA.

Los procedimientos de Garantía de la Calidad producto de la revisión externa realizada al INGEI 2016 y al INGEI 2014, se encuentra en los siguientes anexos:

- Para el sector Energía (combustión estacionaria y emisiones fugitivas) - Anexo IV.a y IV.b
- Para el sector Energía (combustión móvil), en el Anexo VI.a y VI.b
- Para el sector Procesos industriales y uso de productos - Anexo VIII.a y VIII.b
- Para el sector Agricultura - Anexo X.a y X.b
- Para el sector UTCUTS - Anexo XII.a y XII.b
- Para el sector Desechos – Anexo XIV

²² Juan Luis Martín Ortega, María José López Blanco, Walter Oyhantcabal y Ioannis Sempos

²³ John Watterson, Sina Wartmann, Marcelo Galdos y Sabino Del Vento

3. METODOLOGÍA APLICADA

3.1. Metodología para el cálculo de las emisiones y remociones de GEI

El presente INGEI con serie temporal 2000-2016, se elaboró aplicando las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Además, para su elaboración se tomó en cuenta los requisitos de información de las Directrices de la Convención para los informes bienales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (anexo III de la Decisión 2/CP.17²⁴) y las Directrices para la elaboración de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (anexo de la Decisión 17/CP.8²⁵).

En cada sector del INGEI 2016, se incluyeron las categorías y subcategorías fuentes de emisiones y remociones existentes en el país en las cuales se contó información sobre los de datos de actividad, factores de emisión y los parámetros necesarios para las estimaciones.

Se aplicaron, fundamentalmente, métodos de Nivel 1, con factores de emisión por defecto y datos de actividad generados por instituciones nacionales. En algunas fuentes se aplicaron métodos de Nivel 2 y 3, con factores de emisión propios de país y por defecto.

Asimismo, algunas categorías no fueron estimadas, por lo que no se reporta las emisiones de HFC, PFC, SF₆, CO, NO_x, COVDM (compuesto volátiles distintos al metano) ni SO_x, debido a la falta de información. Las categorías no estimadas figuran con la notación de “NE”.

En relación a los valores del PCG para el CO₂, N₂O y CH₄, se utilizaron los proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación.

En la siguiente tabla, se describe con mayor detalle el método aplicado, su nivel y si el factor de emisión utilizado es por defecto, nacional o una combinación de ambos casos.

Tabla 3. Métodos aplicados por categorías y tipo de GEI

Código de categorías de fuentes	Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1	ENERGÍA	N1/N2/N3	C/D	N1	D	N1	D
1A	Actividades de quema de combustibles	N1/N2/N3	C/D	N1	D	N1	D
	1A1 Industrias de energía	N1/N2	C/D	N1	D	N1	D
	1A2 Industrias manufacturas y de la construcción	N1/N2	C/D	N1	D	N1	D
	1A3 Transporte	N1/N2/N3	C/D	N1	D	N1	D
	1A4 Otros sectores	N1/N2	C/D	N1	D	N1	D
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	N1	D	N1	D	N1	D
	1B1 Combustibles sólidos	-	-	N1	D	-	-
	1B2 Petróleo y gas natural	N1	D	N1	D	N1	D
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	N1/N2	C/D	N1	D	N1	D
2A	Industria de los minerales	N1/N2	C/D	-	-	-	-
	2A1 Producción de Cemento	N2	C	-	-	-	-
	2A2 Producción de Cal	N1	D	-	-	-	-
	2A3 Producción de Vidrio	N1	C/D	-	-	-	-
	2A4 Otros usos de Carbonatos	N1	D	-	-	-	-

²⁴ Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf>

²⁵ Recuperado de: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf>

Código de categorías de fuentes	Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2B	Industria química	N1	D	-	-	N1	D
	2B2 Producción de Ácido Nítrico	-	-	-	-	N1	D
	2B7 Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	N1	D	-	-	-	-
2C	Industria de los metales	N1	D	N1	D	-	-
	2C1 Producción de Hierro y Acero	N1	D	N1	D	-	-
	2C6 Producción de Zinc	N1	D	-	-	-	-
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	N1	D	N1/N2	C/D	N1	D
3A	Ganado	-	-	N1/N2	C/D	N1	D
	3A1 Fermentación entérica	-	-	N1/N2	C/D		
	3A2 Manejo de estiércol	-	-	N1	D	N1	D
3B	Tierras	N1/N2	D	-	-	-	-
	3B1 Tierras forestales (TF)	N1/N2	D	-	-	-	-
	3B2 Tierras de cultivo (TC)	N1/N2	D	-	-	-	-
	3B3 Pastizales (P)	N1/N2	D	-	-	-	-
	3B5 Asentamientos (A)	N1/N2	D	-	-	-	-
	3B6 Otras Tierras (OT)	N1/N2	D	-	-	-	-
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	N1	D	N1	D	N1	D
	3C1 Emisiones por quema de biomasa	-	-	N1	D	N1	D
	3C3 Aplicación de urea	N1	D	-	-	-	-
	3C4 Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	-	-	-	-	N1	D
	3C5 Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	-	-	-	-	N1	D
	3C6 Emisiones indirectas de N ₂ O por manejo del estiércol	-	-	-	-	N1	D
	3C7 Cultivo de arroz	-	-	N1	D	-	-
4	DESECHOS	N1	D	N1	D	-	-
4A	Eliminación de Desechos Sólidos	-	-	N1	D	-	-
4C	Incineración e incineración abierta de desechos sólidos	N1	D	N1	D	N1	D
	4C2 Incineración abierta de desechos	N1	D	N1	D	N1	D
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	N1	D	N1	D
	4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	-	N1	D	N1	D
	4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	-	-	N1	D	-	-

NOTAS:

(1) N1=Nivel 1; N2=Nivel 2; N3=Nivel 3

(2) Para el caso del sector Energía: i) se calculó un FE específico para el gas natural, por ello se ha denotado con N2 y ii) a través de EMEP/CORINAIR se estima el consumo de combustible turbo A1 en Transporte por aviación civil, por ello se ha denotado con N3.

(3) Para el sector PIUP, para la categoría producción de cemento, se utilizan los datos de las plantas sobre producción de Clinker y contenido de óxido de calcio, por ello se ha denotado con N2.

(4) Para el sector Agricultura, para la categoría fermentación entérica, para el ganado vacuno lechero se calculó un FE específico, por ello se ha denotado con N2.

Fuente: Elaboración propia

3.2. Metodología para el análisis de incertidumbre

Las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial para contar con un inventario exhaustivo (completo) de emisiones y remociones de GEI, e incrementar la calidad de los mismos, según los estándares del IPCC. Por lo tanto, la información sobre la incertidumbre no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones de los inventarios, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre la elección de las metodologías utilizadas.

Según las Directrices del IPCC de 2006, la propagación de error (Método 1) y el método de Montecarlo (Método 2) son los métodos más utilizados para la estimación de la incertidumbre de emisiones.

El análisis de incertidumbre del INGEI 2016 se ha desarrollado aplicando el método 1 de propagación de errores, que supone que los errores son pequeños y simétricos. El método usa la ecuación de propagación de errores en dos etapas: i) aplica reglas de combinación de incertidumbres no correlacionadas en base a valores de incertidumbre asociadas a los datos de actividad y factores de emisión utilizados, ii) estima la incertidumbre de las emisiones nacionales y la tendencia en las emisiones nacionales entre el año base y el año en curso. Este análisis no considera la incertidumbre de los PCG.

De acuerdo con las orientaciones del IPCC, para el cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1, se utiliza el cuadro 3.2 del capítulo 3 de las Directrices del IPCC de 2006.

Los resultados de incertidumbre que se presentan en el INGEI 2016 se basan en un proceso de agregación de información sectorial que permiten hacer los cálculos a nivel nacional. Se usa de base la información procesada en las secciones de cálculo de incertidumbre de cada uno de los ocho RAGEI 2016 remitidos al MINAM por cada entidad competente del INFOCARBONO²⁶. Así, se obtiene una estimación del nivel de incertidumbre combinada (factores de emisión y datos de actividad) y la incertidumbre de la tendencia entre el año de análisis y el año base, que en el presente caso son los años 2016 y el 2000 respectivamente. El año 2000 ha sido elegido como año base, dado que es el año del primer INGEI.

Para determinar la incertidumbre de los factores de emisión y de los datos de actividad de las emisiones se utilizaron valores por defecto recomendados por las Directrices del IPCC de 2006, OBP2003 y dictámenes de expertos. La selección de dichos valores, se basaron en el conocimiento y experiencia de especialistas sectoriales. Para el caso de los sectores de Desechos, Agricultura y UTCUTS, además se contó con la asesoría de expertos internacionales.

En la elección de los valores de incertidumbre se han aplicado los siguientes criterios:

- Ante la ausencia de datos de incertidumbre nacionales oficiales, y ante la falta de estudios o investigaciones que permitan contar con información complementaria para estimar datos nacionales de incertidumbre, se priorizó la determinación de valores provenientes de dictámenes de expertos aplicando las orientaciones de las Directrices del IPCC de 2006.
- Ante la ausencia de un proceso de dictamen de expertos, se utilizaron valores por defecto recomendados por las Directrices del IPCC aplicadas en cada sector. En ausencia de referencias en dicho documento, se evaluó la pertinencia de los valores descritos en las directrices u orientaciones más actuales.

²⁶ El análisis de incertidumbre aplicado en cada RAGEI aplica también el método 1 para la estimación de incertidumbre propuesto en las Directrices del IPCC de 2006. En los RAGEI se ha estimado la incertidumbre para cada sector y las incertidumbres por categoría y subcategoría, separando resultados por tipo de gas.

- Cuando las Directrices del IPCC señalaban un rango de valores (por ejemplo, factores de emisión), se aplicó el promedio simple para determinar el valor a ser utilizado.
- Donde existieron diferentes componentes que determinaban la incertidumbre de las emisiones (en función a las hipótesis asumidas para el factor de emisión o el dato de actividad), se aplicó, las reglas de combinación de errores dispuestas en el capítulo 3 de las Directrices del IPCC de 2006.

El INGEI 2016 ha cuantificado la incertidumbre aplicando valores por defecto dispuestos por las Directrices del IPCC, métodos de combinación de errores recomendados y métodos de obtención de valores nacionales en base dictámenes de expertos. Es así que, existe una clara evidencia de la necesidad de que cada entidad competente en el marco del INFOCARBONO, inicie acciones coordinadas para facilitar la estimación, de forma oficial y periódica, de la incertidumbre asociada a la información base utilizada en la estimación de las emisiones y remociones de cada RAGEI.

Este proceso implica un fortalecimiento de capacidades en los equipos de profesionales encargados de la elaboración de los RAGEI y el INGEI, y un trabajo coordinado con el INEI y el resto de las entidades que recogen y procesan información que es utilizada en la estimación de emisiones y remociones. Esto contempla, además, un relacionamiento permanente con el sector privado, al ser proveedor de información primaria (medición directa de datos de actividad y/o de factores de emisión), que debe ser analizada en conformidad con los principios referencias de calidad dispuestos por el IPCC²⁷.

Adicionalmente, para el siguiente INGEI de Perú se tiene previsto aplicar el método 2 de cálculo de incertidumbre y realizar una comparación de resultados entre los métodos propuestos por las Directrices del IPCC.

²⁷ Entre los cuales se puede mencionar la representatividad, cobertura y posibilidad de repetición anual.

3.3. Metodología para el análisis de categorías principales

Una categoría principal es una categoría prioritaria en el sistema de inventarios nacionales porque su estimación influye significativamente sobre el inventario total de GEI del país en cuanto al nivel absoluto, la tendencia o la incertidumbre de las emisiones y remociones. El objetivo de identificar las categorías principales es la priorización de esfuerzos y la aplicación de mejoras en las estimaciones.

Las Directrices del IPCC de 2006 establecen dos criterios para la identificación de categorías principales. Cada uno contempla dos análisis:

- La evaluación del nivel, en la cual se evalúa la influencia de cada una de las emisiones en cada categoría con respecto a las emisiones totales en el último año del inventario, y
- La evaluación de tendencia, en la cual se evalúa el aporte del cambio de emisiones de cada categoría en el cambio de emisiones o remociones totales, entre el último año y un año de referencia.

Existen dos métodos para cada criterio de evaluación (el método 2, a diferencia del método 1, integra en el análisis el valor de la incertidumbre como criterio de selección).

Las categorías principales del presente INGEI fueron obtenidas aplicando el Método 1 por evaluación de nivel y de tendencia.

El Método 1 de evaluación de nivel, tiene por objetivo medir el aporte de cada categoría de fuente o sumidero al nivel total del INGEI. Las categorías principales, bajo este enfoque, son aquellas que, al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95% de la suma de todos los $L_{x,t}$ (evaluación de nivel para la fuente o sumidero x del año t).

Por un lado, la evaluación de nivel permite identificar aquellas categorías con mayor aporte en las estimaciones del inventario. La evaluación de nivel desarrollada en el presente informe corresponde al año 2016, por tanto, se evaluaron todas las categorías estimadas para identificar como categorías principales aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, totalizan el 95% de la suma de todos los $L_{x, 2016}$ (evaluación de nivel para la fuente o sumidero x del año 2016).

Por otro lado, la evaluación de tendencia consiste en identificar las categorías que pueden no ser lo suficientemente grandes para identificarlas a través de la evaluación de nivel, pero cuya tendencia es significativamente diferente de la tendencia del inventario general.

En el presente informe se desarrolla la evaluación de tendencia del año 2016 (año t) con respecto al año 2000 (año 0 o año base), por lo que se evaluaron todas las categorías estimadas para identificar como categorías principales aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, totalizan el 95% ciento de la suma de todos los $t_{x, 2016}$ (evaluación de tendencia para la fuente o sumidero x del año 2016 con respecto al año base 0 – en este caso año 2000).

3.4. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal

En conformidad con las Directrices del IPCC, la elaboración del INGEI 2016 ha implicado la actualización de las estimaciones previas de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014, de tal modo que las mejoras metodológicas son aplicadas a toda la serie temporal haciendo que los resultados sean comparables entre sí. Esto significa que la serie temporal se ha estimado de forma coherente, es decir, que, en la medida posible, se ha utilizado el mismo método y las mismas fuentes de información en todos los años por cada categoría evaluada.

En este proceso, se revisó la información utilizada previamente para el INGEI 2014 y se buscó mejorar su calidad con el objetivo de incrementar la transparencia y la trazabilidad de los datos utilizados, así como la exactitud de los resultados. Para validar y/o corregir las estimaciones originales se revisaron los archivos y la documentación sobre el nivel de actividad y las planillas de cálculo originales²⁸. Aquellas estimaciones originales que se han basado en un medio de verificación no documentado no fueron validadas. Asimismo, para algunas fuentes de emisión, fue necesario aplicar métodos para completar vacíos de información, ya sea los recomendados por el IPCC u otros adaptados dependiendo de la información disponible.

Los métodos aplicados para completar vacíos se encuentran descritos en las secciones de los resultados sectoriales.

En el caso del sector UTCUTS, durante la elaboración del INGEI 2016 solo ha sido posible aplicar el método 3 de representación de tierras de manera completa en el bioma Amazonía, y un método 2 en los biomas Costa y Sierra para el año 2016 y en la actualización del año 2014. En la actualización de los años 2000, 2005, 2010, y 2012, solo se han construido matrices de 20 años y se ha aplicado el método 3 de representación de tierras para el bioma Amazonía. Para el caso de los biomas de Costa y Sierra, debido a limitaciones en la información, no fue posible construir matrices de 20 años para los periodos 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, y 1993-2012, por lo que su representación de tierras se trabajó con el método 1.

Para el próximo INGEI (2018), se espera actualizar la serie de años completa aplicando el método 3 de representación de tierra para los biomas Amazonía, Costa y Sierra.

²⁸ Se refiere como original a la versión anterior de la actualización.

4. RESULTADOS NACIONALES

4.1. Emisiones y remociones del INGEI 2016

En el año 2016, las emisiones netas²⁹ del país fueron de 165,045.61 GgCO₂, 1,296.98 GgCH₄ y 41.97 GgN₂O que equivalen a 205,294.17 GgCO₂eq. El PCG empleado para expresar los resultados en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) corresponden a los proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación.

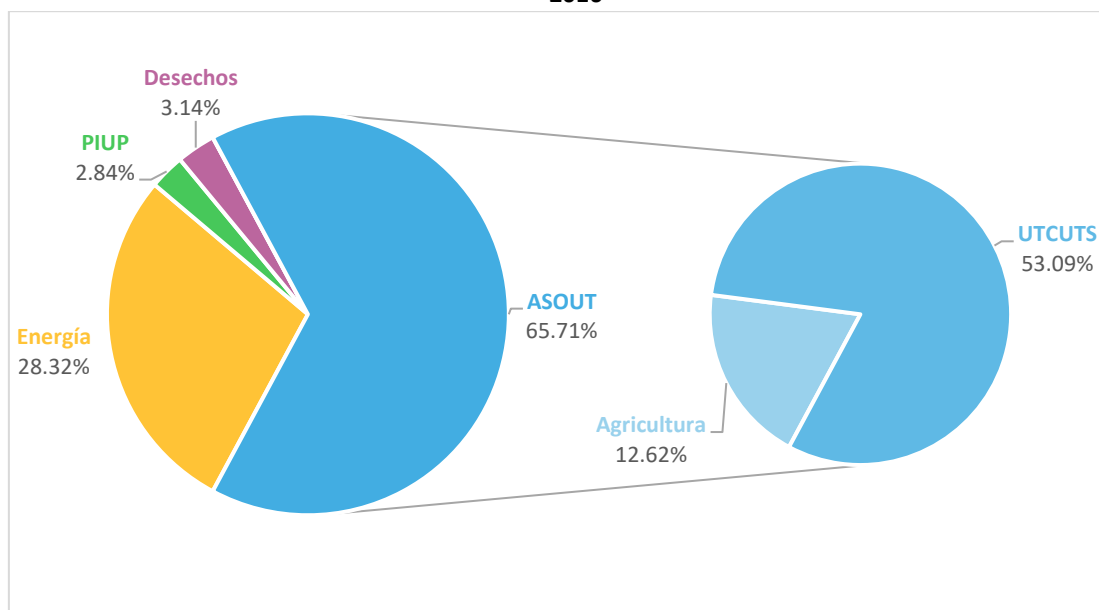
La principal fuente de emisiones de GEI proviene del sector ASOUT con 134,901.58 GgCO₂eq, que representa el 65.71% de las emisiones netas. Dentro de este sector, la principal fuente de emisión es la subcategoría Tierras de cultivo con 51,450.82 GgCO₂eq. Asimismo, en lo que respecta a remociones, el sector ASOUT es el único donde estas ocurren con un total de -3,695.64 GgCO₂, las que corresponden a las estimadas dentro de la categoría Tierras por los cambios en las existencias de carbono en los reservorios biomasa viva, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo.

El segundo sector con mayores emisiones de GEI es Energía con 58,132.54 GgCO₂eq, que representa el 28.32% de las emisiones netas. Dentro de este sector, destaca como principal fuente de emisión la subcategoría Transporte, con 21,047.88 GgCO₂eq.

Los dos sectores descritos previamente representan alrededor del 94.03% del total de las emisiones de GEI en el Perú, para el año 2016.

El tercer y cuarto sector que contribuyen a las emisiones de GEI son los sectores de Desechos con 6,437.67 GgCO₂eq (3.14%) y Procesos Industriales y Uso de Productos con 5,822.37 GgCO₂eq (2.84%), respectivamente. En la siguiente figura, se presenta la distribución de las emisiones netas nacionales según los sectores IPCC.

Figura 15. Distribución porcentual de las emisiones netas por sectores en el Inventario Nacional de GEI 2016



Fuente: Elaboración propia

²⁹ En el presente informe, el término «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y remociones de GEI.

De la figura, se aprecia que UTCUTS representa el 53.09% de las emisiones netas del país con 108,991.29 GgCO₂eq mientras que Agricultura el 12.62% con 25,910.29 GgCO₂eq.

Asimismo, en la siguiente tabla se presenta los resultados del INGEI 2016 en unidades de GgCO₂eq por categorías y subcategorías sectoriales.

Tabla 4. Inventario nacional de gases de efecto invernadero de emisiones antropogénicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal y de los gases precursores

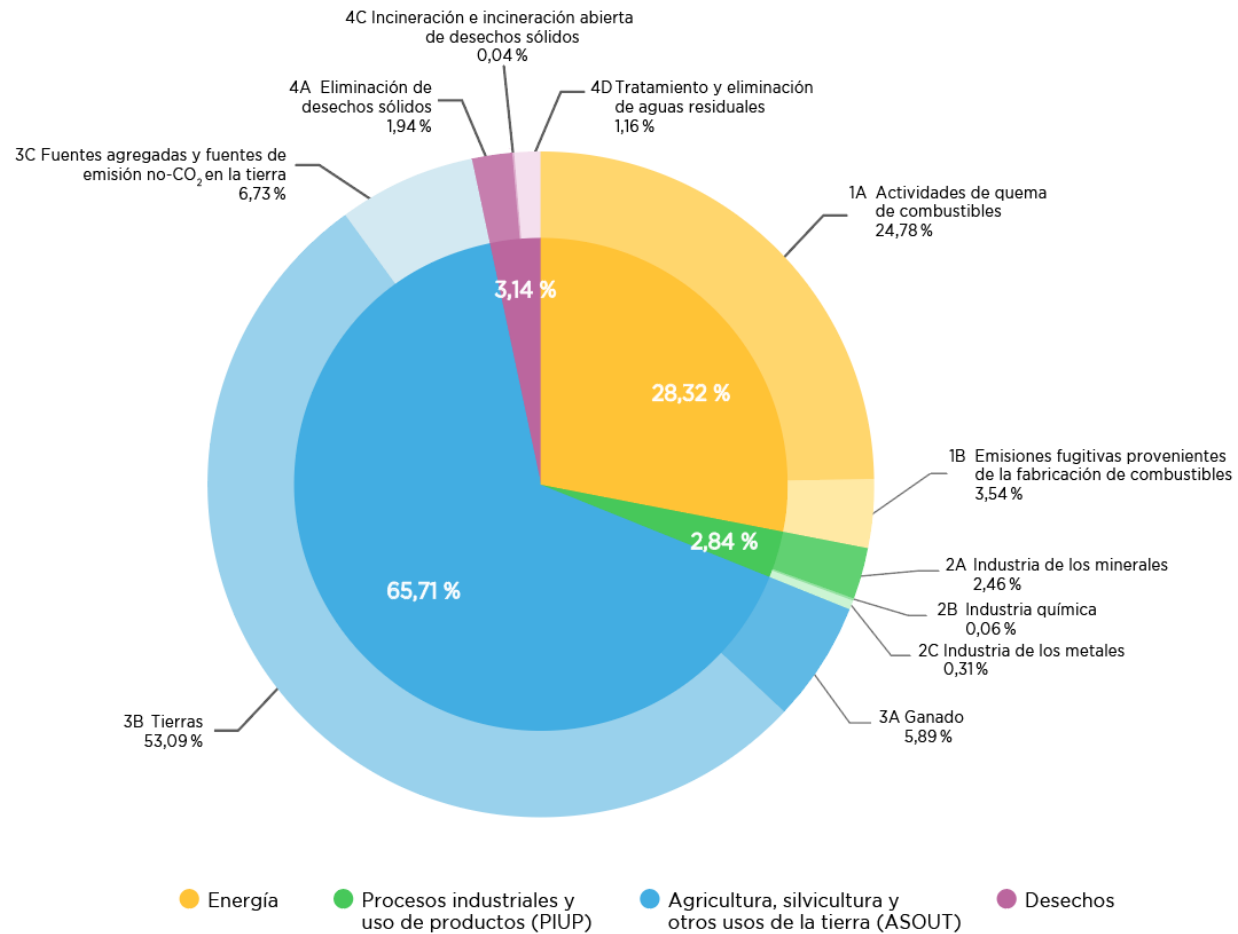
Fuentes y sumideros de GEI		Emisiones CO ₂ (GgCO ₂)	Remociones CO ₂ (GgCO ₂ eq)	Emisiones CH ₄ (GgCO ₂ eq)	Emisiones N ₂ O (GgCO ₂ eq)	Emisiones totales ³⁰ de GEI (GgCO ₂ eq)	Emisiones netas GEI (GgCO ₂ eq)
1	ENERGÍA	50,039.16	-	7,655.39	437.98	58,132.54	58,132.54
1A	Actividades de quema de combustibles	49,669.45	-	767.97	436.93	50,874.36	50,874.36
1A1	Industrias de energía	15,904.70	-	13.44	28.37	15,946.50	15,946.50
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	8,386.47	-	15.76	33.31	8,435.54	8,435.54
1A3	Transporte	20,557.46	-	163.11	327.30	21,047.88	21,047.88
1A4	Otros sectores	4,820.82	-	575.66	47.96	5,444.44	5,444.44
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	369.71	-	6,887.43	1.05	7,258.18	7,258.18
1B1	Combustibles sólidos	-	-	74.40	-	74.40	74.40
1B2	Petróleo y gas natural	369.71	-	6,813.03	1.05	7,183.78	7,183.78
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	5,690.95	-	0.003	131.41	5,822.37	5,822.37
2A	Industria de los minerales	5,054.11	-	-	-	5,054.11	5,054.11
2A1	Producción de Cemento	4,223.75	-	-	-	4,223.75	4,223.75
2A2	Producción de Cal	702.85	-	-	-	702.85	702.85
2A3	Producción de Vidrio	35.24	-	-	-	35.24	35.24
2A4	Otros usos de Carbonatos	92.28	-	-	-	92.28	92.28
2B	Industria química	0.06	-	-	131.41	131.47	131.47
2B2	Producción de Ácido Nítrico	-	-	-	131.41	131.41	131.41
2B7	Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.06	-	-	-	0.06	0.06
2C	Industria de los metales	636.78	-	0.003	-	636.79	636.79
2C1	Producción de Hierro y Acero	99.56	-	0.003	-	99.56	99.56
2C6	Producción de Zinc	537.22	-	-	-	537.22	537.22
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	112,949.47	- 3,695.64	13,622.93	12,024.83	138,597.23	134,901.58
3A	Ganado	-	-	11,708.88	375.81	12,084.69	12,084.69
3A1	Fermentación entérica	-	-	11,462.85	-	11,462.85	11,462.85
3A2	Manejo de estiércol	-	-	246.03	375.81	621.84	621.84
3B	Tierras	112,686.93	- 3,695.64	-	-	112,686.93	108,991.29
3B1	Tierras forestales (TF)	10,837.10	- 1,037.78	-	-	10,837.10	9,799.32
3B2	Tierras de cultivo (TC)	51,737.24	- 286.42	-	-	51,737.24	51,450.82
3B3	Pastizales (P)	43,680.53	- 2,371.45	-	-	43,680.53	41,309.08

³⁰ En el presente informe, el término «emisiones totales» refiere a la sumatoria de las emisiones de GEI sin considerar las remociones.

Fuentes y sumideros de GEI		Emisiones CO ₂ (GgCO ₂)	Remociones CO ₂ (GgCO ₂ eq)	Emisiones CH ₄ (GgCO ₂ eq)	Emisiones N ₂ O (GgCO ₂ eq)	Emisiones totales ³⁰ de GEI (GgCO ₂ eq)	Emisiones netas GEI (GgCO ₂ eq)
3B5	Asentamientos (A)	5,038.23	-	-	-	5,038.23	5,038.23
3B6	Otras Tierras (OT)	1,393.83	-	-	-	1,393.83	1,393.83
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	262.54	-	1,914.05	11,649.02	13,825.60	13,825.60
3C1	Emisiones por quema de biomasa	-	-	829.14	1,062.19	1,891.33	1,891.33
3C3	Aplicación de urea	262.54	-	-	-	262.54	262.54
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	-	-	-	7,709.86	7,709.86	7,709.86
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	-	-	-	2,667.66	2,667.66	2,667.66
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O por manejo del estiércol	-	-	-	209.30	209.30	209.30
3C7	Cultivo de arroz	-	-	1,084.91	-	1,084.91	1,084.91
4	DESECHOS	61.67	-	5,958.16	417.85	6,437.67	6,437.67
4A	Eliminación de Desechos Sólidos	-	-	3,979.47	-	3,979.47	3,979.47
4C	Incineración e incineración abierta de desechos sólidos	61.67	-	18.35	5.21	85.22	85.22
4C2	Incineración abierta de desechos	61.67	-	18.35	5.21	85.22	85.22
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	1,960.34	412.64	2,372.98	2,372.98
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	-	1,265.11	412.64	1,677.75	1,677.75
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	-	-	695.23	-	695.23	695.23
Emisiones de GEI 2016 (GgCO₂eq)		168,741.26	- 3,695.64	27,236.48	13,012.07	208,989.81	205,294.17

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Distribución porcentual de las emisiones netas por categorías en el Inventario Nacional de GEI 2016



Fuente: Elaboración propia

De la tabla y figura anterior, se aprecia que las principales categorías de emisiones netas de GEI en cada sector corresponden a las siguientes:

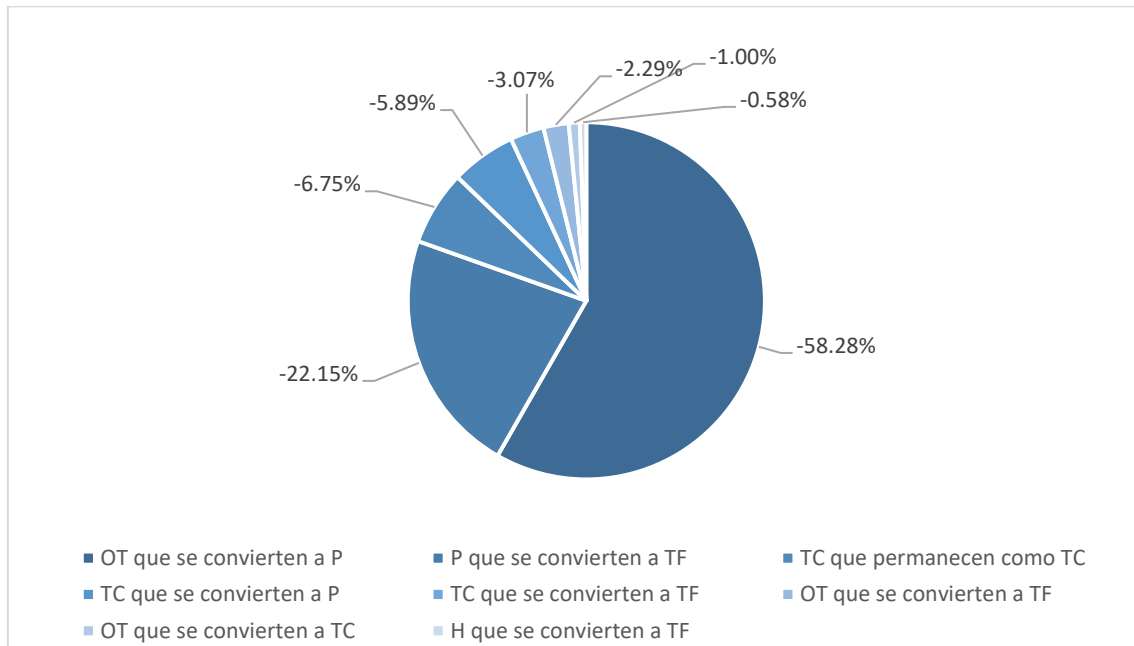
- **Sector Energía:** Categoría Actividades de quema de combustible, con 50,874.36 GgCO₂eq (24.78% de las emisiones nacionales netas), principalmente por el aporte de emisiones de las subcategorías Transporte e Industrias de energía.
- **Sector PIUP:** Categoría Industria de los minerales, con 5,054.11 GgCO₂eq (2.46% de las emisiones nacionales netas), principalmente por el aporte de las emisiones de la subcategoría Producción de cemento.
- **Sector ASOUT:** Categoría Tierras, con 108,991.29 GgCO₂eq (53.09% de las emisiones nacionales netas), principalmente por el aporte de las emisiones de las subcategorías Tierras de Cultivo (TC) y Pastizales (P).
- **Sector Desechos:** Categoría Eliminación de Desechos Sólidos, con 3,979.47 GgCO₂eq (1.94% de las emisiones nacionales netas).

Como se evidencia del análisis anterior, la categoría Tierras es la de mayor aporte a las emisiones netas de GEI, con una importante participación del 53.09%. Cabe resaltar que en el INGEI 2016, por primera vez se ha realizado la representación de tierras de la superficie total nacional, al incluir los biomas Costa, Sierra y Amazonía, lo que representa un cambio significativo con respecto a los INGEI anteriores. Asimismo, es importante mencionar que en el presente INGEI, para la estimación de las emisiones de GEI del sector ASOUT, se emplearon las metodologías de las Directrices del IPCC de 2006, a diferencia de años anteriores en las que se emplearon las Orientaciones del IPCC sobre buenas prácticas para UTCUTS de 2003. Además, para el bioma Amazonía se han desarrollado matrices de uso y cambio de uso para periodos de 20 años, lo cual ha permitido incluir en este INGEI a las estimaciones del carbono orgánico del suelo. Como producto de este cambio, se han incluido las estimaciones de todos los reservorios (biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo) en todas las categorías de uso de Tierra. Esto no solo ha repercutido en el incremento en las emisiones derivadas de la categoría Tierras, sino que también ha permitido incluir en las remociones, aquellas relacionadas a la materia orgánica del suelo, ligadas a las existencias de carbono en suelos minerales, las cuales no se consideraron en los INGEI anteriores.

Respecto a las emisiones totales de GEI, estas ascienden a 208,989.81 GgCO₂eq, de este total el 80.74% corresponde a CO₂, el 13.03% a CH₄ y el 6.23% al N₂O.

En relación a las remociones, se identificaron sumideros únicamente en el sector ASOUT. Las remociones hacen un total de -3,695.64 GgCO₂ y ocurren en las subcategorías Tierras forestales (TF), Tierras de cultivo (TC) y Pastizales (P).

Figura 17. Distribución porcentual de las remociones por sumidero en el Inventario Nacional de GEI 2016



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura anterior, entre las remociones, el principal sumidero corresponde a Otras Tierras (OT) que se convierten en Pastizales (P) con -2,153.86 GgCO₂ (58.28%), seguido de los P que se convierte a TF con -818.43 GgCO₂ (22.15%), haciendo entre ambas un total de 80.43% de las remociones de CO₂. Los demás sumideros están constituidos por: Tierras de Cultivo (TC) que permanecen como TC (6.75%) y TC que se convierte a P (5.89%). Los sumideros TC que se convierte a TF, OT que se convierten en TF, OT que se convierten en TC y Humedales (H) que se convierten en TF, que en su conjunto representan el 6.94% de las remociones.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del INGEI 2016 de acuerdo al formato indicado por la CMNUCC³¹, según tipo de GEI (en Gg), diferenciando las emisiones de las remociones de CO₂ y también incluye los elementos recordatorios que no son parte del total del INGEI, pero que sirven como elementos de referencia.

³¹ Decisión 17/CP.8 de la CMNUCC.

Tabla 5. Inventario nacional de gases de efecto invernadero de emisiones antropogénicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal y de los gases precursores

Categorías		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remociones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	COVDM (Gg)	SO _x (Gg)
Emisiones totales con remociones de la categoría Tierra		168,741.26	- 3,695.64	1,296.98	41.97	1,418.89	121.47	62.44	43.70
1	ENERGÍA	50,039.16		364.54	1.41	379.47	56.62	62.44	43.70
1A	Actividades de quema de combustible	49,669.45		36.57	1.41	379.47	56.62	62.44	43.70
1A1	Industrias de la energía	15,904.70		0.64	0.09	6.01	8.42	0.26	12.39
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	8,386.47		0.75	0.11	35.16	26.98	7.62	26.27
1A3	Transporte	20,557.46		7.77	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
1A4	Otros sectores	4,820.82		27.41	0.15	338.30	21.22	54.56	5.04
1A5	No especificado					NE	NE	NE	NE
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	369.706		327.973	0.003				
1B1	Combustibles sólidos	NO		3.54	NO	NE	NE	NE	NE
1B2	Petróleo y gas natural	369.71		324.43	0.003	NE	NE	NE	NE
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO		NO	NO	NE	NE	NE	NE
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono								
1C1	Transporte de CO ₂	NO				NE	NE	NE	NE
1C2	Inyección y almacenamiento	NO				NE	NE	NE	NE
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	5,690.95		0.00	0.42				
2A	Industria de los minerales	5,054.11							
2A1	Producción de cemento	4,223.75				NE	NE	NE	NE
2A2	Producción de cal	702.85				NE	NE	NE	NE
2A3	Producción de vidrio	35.24				NE	NE	NE	NE
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos	92.28				NE	NE	NE	NE
2B	Industria química	0.06			0.42				

Categorías		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remociones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	COVDM (Gg)	SO _x (Gg)
2B1	Producción de amoníaco	NO				NE	NE	NE	NE
2B2	Producción de ácido nítrico				0.42	NE	NE	NE	NE
2B3	Producción de ácido adípico				NE	NE	NE	NE	NE
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico				NE	NE	NE	NE	NE
2B5	Producción de carburo	NE		NE		NE	NE	NE	NE
2B6	Producción de dióxido de titanio	NE				NE	NE	NE	NE
2B7	Producción de ceniza de sosa	0.06				NE	NE	NE	NE
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo					NE	NE	NE	NE
2B9	Producción fluoroquímica					NE	NE	NE	NE
2C	Industria de los metales	636.78		0.0001					
2C1	Producción de hierro y acero	99.56		0.0001		NE	NE	NE	NE
2C2	Producción de ferrosaleaciones	NE	NE	NE		NE	NE	NE	NE
2C3	Producción de aluminio	NO				NE	NE	NE	NE
2C4	Producción de magnesio	NE				NE	NE	NE	NE
2C5	Producción de plomo	0.00				NE	NE	NE	NE
2C6	Producción de zinc	537.22				NE	NE	NE	NE
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente								
2D1	Uso de lubricante	NE				NE	NE	NE	NE
2D2	Uso de la cera de parafina	NE				NE	NE	NE	NE
2D3	Uso de solvente					NE	NE	NE	NE
2D4	Otros (sírvase especificar)					NE	NE	NE	NE
2E	Industria electrónica								
2E1	Circuito integrado o semiconductor					NE	NE	NE	NE
2E2	Pantalla plana tipo TFT					NE	NE	NE	NE
2E3	Productos fotovoltaicos					NE	NE	NE	NE
2E4	Fluido de transporte y transferencia térmica					NE	NE	NE	NE

Categorías		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remociones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	COVDM (Gg)	SO _x (Gg)
2E5	Otros (sírvase especificar)					NE	NE	NE	NE
2F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono								
2F1	Refrigeración y aire acondicionado					NE	NE	NE	NE
2F2	Agentes espumantes					NE	NE	NE	NE
2F3	Productos contra incendios					NE	NE	NE	NE
2F4	Aerosoles					NE	NE	NE	NE
2F5	Solventes					NE	NE	NE	NE
2F6	Otras aplicaciones					NE	NE	NE	NE
2G	Manufactura y utilización de otros productos								
2G1	Equipos eléctricos					NE	NE	NE	NE
2G2	SF ₆ y PFC del uso de otros productos					NE	NE	NE	NE
2G3	N ₂ O del uso de productos				NE	NE	NE	NE	NE
2G4	Otros (sírvase especificar)				NE	NE	NE	NE	NE
2H	Otros (sírvase especificar)								
2H1	Industria de la pulpa y del papel					NE	NE	NE	NE
2H2	Industria de la alimentación y la bebida					NE	NE	NE	NE
2H3	Otros (sírvase especificar)					NE	NE	NE	NE
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	112,949.47	- 3,695.64	648.71	38.79	1,039.41	64.85		
3A	Ganado			557.57	1.21				
3A1	Fermentación entérica			545.85					
3A2	Manejo del estiércol			11.72	1.21				
3B	Tierra	112,686.93	- 3,695.64						
3B1	Tierras forestales	10,837.10	- 1,037.78						
3B2	Tierras de cultivo	51,737.24	- 286.42						
3B3	Pastizales	43,680.53	- 2,371.45						

Categorías		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remociones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	COVDM (Gg)	SO _x (Gg)
3B4	Humedales	NE	-						
3B5	Asentamientos	5,038.23	-						
3B6	Otras tierras	1,393.83	-						
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	262.54	-	91.15	37.58	1,039.41	64.85		
3C1	Emisiones por quema de biomasa			39.48	3.43	1,039.41	64.85		
3C2	Encalado								
3C3	Aplicación de urea	262.54							
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados				24.87				
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados				8.61				
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol				0.68				
3C7	Cultivo del arroz			51.66					
3D	Otros								
3D1	Productos de madera recolectada								
3D2	Otros (sírvase especificar)								
4	DESECHOS	61.67		283.72	1.35				
4A	Eliminación de desechos sólidos			189.50					
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos			NE	NE				
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	61.67		0.87	0.02				
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales			93.35	1.33				
5	OTROS								
5A	Emisiones indirectas de N ₂ O de la deposición atmosférica de nitrógeno en NO _x y NH ₃								

Categorías		Emisiones de CO ₂ (Gg)	Remociones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NO _x (Gg)	COVDM (Gg)	SO _x (Gg)
5B	Otros (sírvese especificar)								
Elementos recordatorios:									
Tanques de combustible internacional									
Aviación internacional		2,019.94		0.01	0.06	NE	NE	NE	NE
Transporte marítimo y fluvial internacional		3,452.46		0.31	0.09	NE	NE	NE	NE
Emisiones de CO₂ de biomasa		13,037.63							

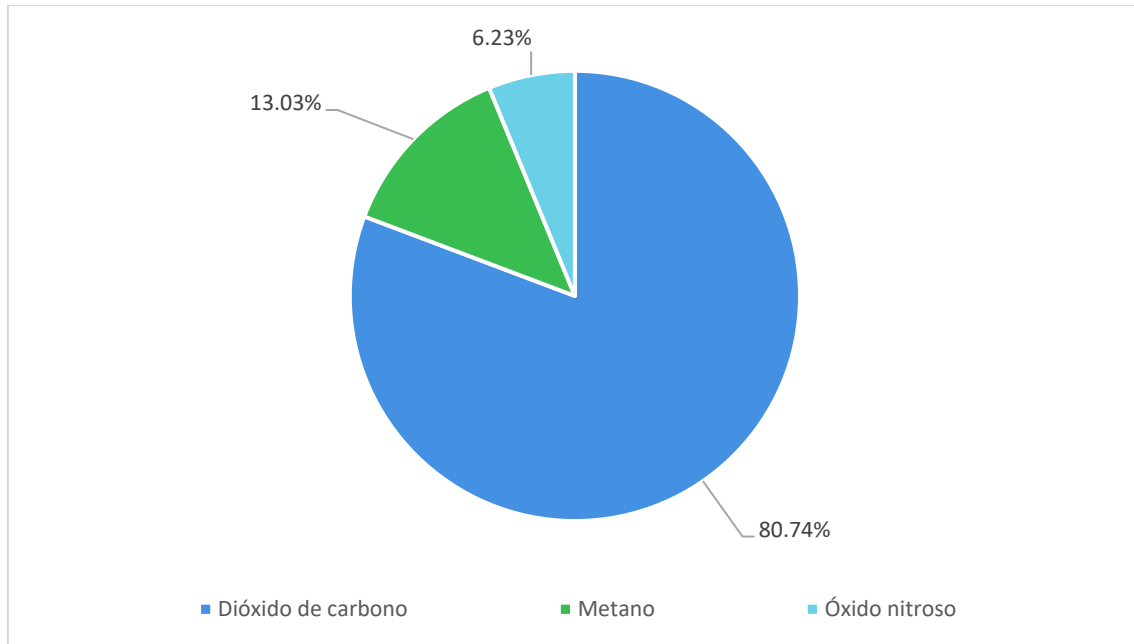
Nota: NE=No estimado

Fuente: Adaptado de la Decisión 17/CP.8, Tabla 1

Adicionalmente, el IPCC alienta a los países a reportar las emisiones³² de HFC, PFC, SF₆; sin embargo, no se contó con la información requerida para su estimación por lo que no se reporta en el presente INGEI.

En relación a los GEI estimados, se puede observar que el 80.74% de las emisiones totales en GgCO₂eq corresponde a CO₂, el 13.03% a CH₄ y el 6.23% a N₂O, tal como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 18. Distribución por GEI de las emisiones totales en el INGEI 2016

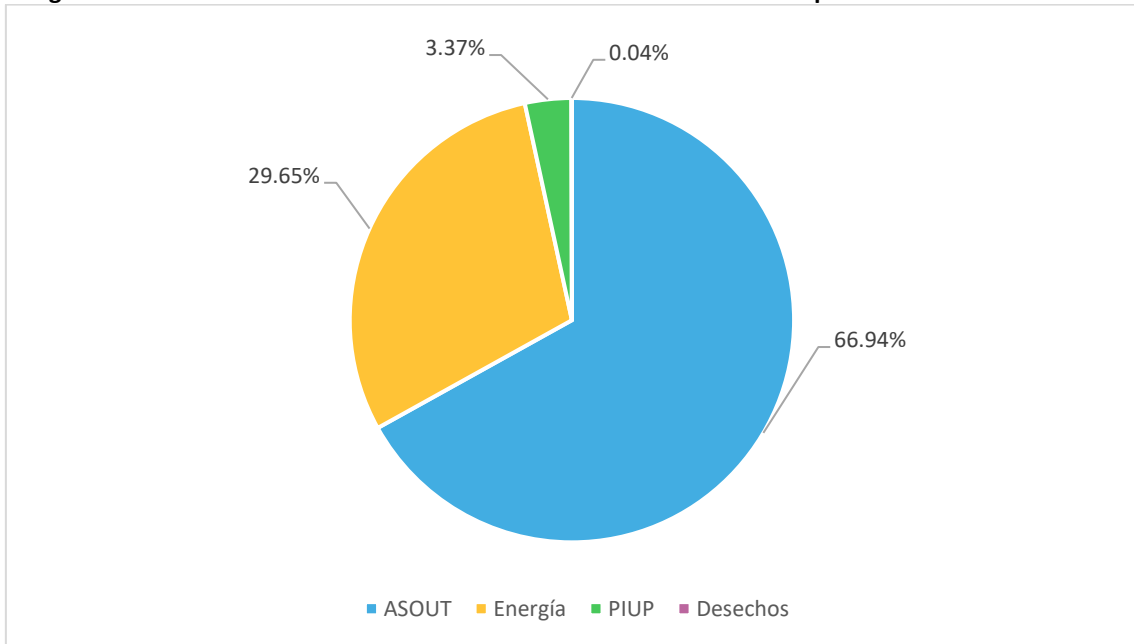


Fuente: Elaboración propia

En referencia al CO₂, las emisiones ascienden a 168,741.26 Gg y sus remociones a -3,695.54 Gg, haciendo un total de emisiones netas de CO₂ de 165,045.61 Gg. Como se aprecia en la siguiente figura, el principal aporte de emisiones totales de CO₂ proviene del sector ASOUT con 66.94% y Energía con 29.65% de participación, sumando entre ambos el 96.59% de las emisiones totales nacionales de CO₂. La participación de los sectores PIUP y Desechos fue minoritaria, con 3.37% y 0.04%, respectivamente.

³² De acuerdo al párrafo 22 de la Decisión 17/CP.8 de la CMNUCC, se alienta a las Partes a reportar las emisiones de los gases que se considera en la Tabla 2 de la Decisión en mención.

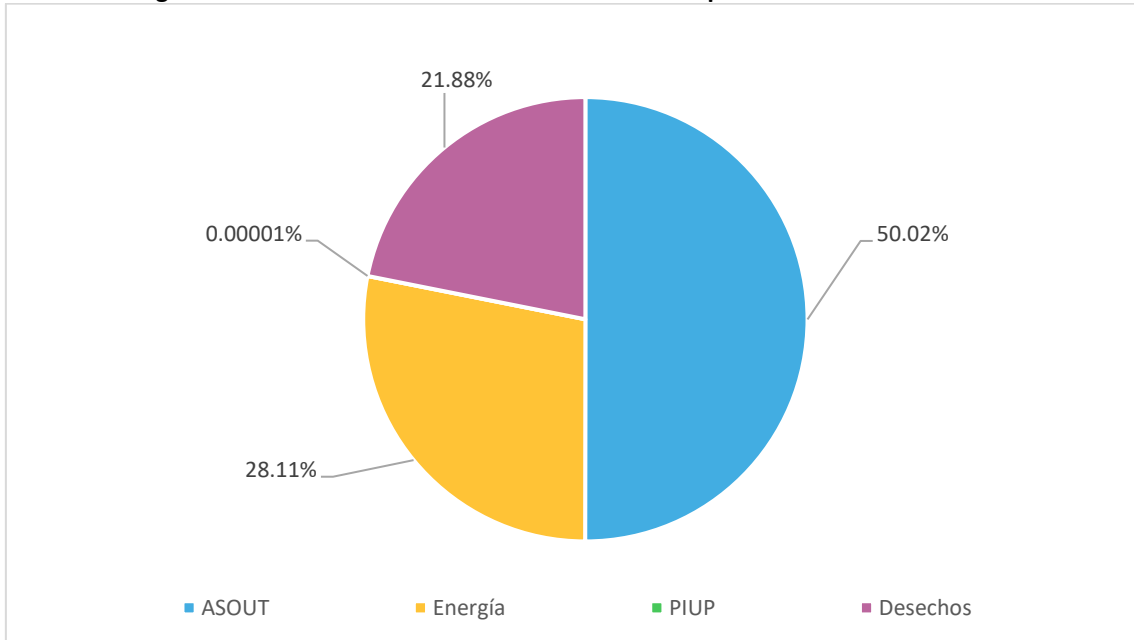
Figura 19. Distribución de las emisiones totales de Dióxido de Carbono por sector en el INGEI 2016



Fuente: Elaboración propia

Por su parte las emisiones de CH₄ ascienden a 27,236.48 GgCO₂eq. Como se muestra en la siguiente figura, el principal sector aportante es el sector ASOUT con 50.02%, seguido del sector Energía con 28.11%, seguido del sector Desechos con 21.88% y finalmente, el sector PIUP con un aporte mínimo de 0.00001%.

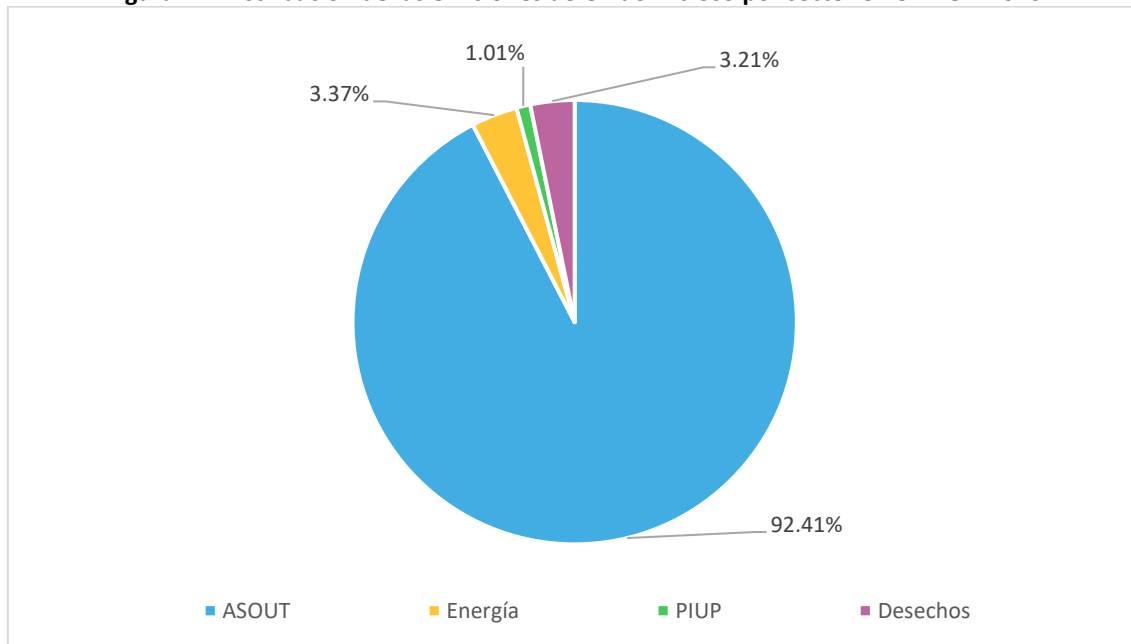
Figura 20. Distribución de las emisiones de Metano por sector en el INGEI 2016



Fuente: Elaboración propia

Y finalmente el N₂O, cuyas emisiones alcanzan las 13,012.07 GgCO₂eq. En la siguiente figura se observa que el principal sector aportante es ASOUT con 92.41%, seguido del sector Energía con 3.37%, continuando con el sector Desechos con 3.21% y finalmente el sector PIUP con 1.01%.

Figura 21. Distribución de las emisiones de Óxido Nitroso por sector en el INGEI 2016



Fuente: Elaboración propia

La evolución de las emisiones por tipo de gas para los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 se presenta en el Anexo 1.1.

4.2. Incertidumbre

Los resultados del cálculo de la incertidumbre de las emisiones del año 2016 determinan que la incertidumbre combinada, como porcentaje del total de las emisiones sectoriales en el año 2016 es igual a $\pm 63.18\%$. La categoría con mayor contribución a la varianza en el INGEI 2016 es Tierras (3B), en específico las sub categorías de Tierras convertidas en Tierras de cultivo (3B2b) y Tierras convertidas en Pastizales (3B3b).

Entre las emisiones del año 2016 y las consideradas para el año base (año 2000), se estima una incertidumbre en la tendencia de $\pm 6.45\%$.

En el Anexo II se presenta la tabla detallada del análisis de incertidumbre.

4.3. Categorías principales

Tal como se señaló en la subcapítulo 3.3 (metodología para el análisis de categorías principales), las categorías principales son aquellas identificadas dentro del umbral del 95% en las evaluaciones de nivel y de tendencia. En este sentido, se han identificado en total veintitrés categorías principales en la evaluación de nivel y veintidos en la evaluación de tendencia. De manera agrupada, considerando los resultados de ambas evaluaciones, en total se identificaron veinticinco categorías principales, trece de las cuales corresponden al sector ASOUT, nueve del sector Energía, dos del sector Desechos y una del sector PIUP.

En ambas evaluaciones, el sector ASOUT es la que más aporta al porcentaje de los umbrales de las categorías principales.

En relación a la evaluación de nivel (del año 2016), las categorías de mayor aporte al nivel total corresponden a las emisiones y remociones de dióxido de carbono de “Tierras convertidas en tierras de cultivo” (24.87%) y de “Tierras convertidas en pastizales” (19.87%), las cuales corresponden al sector ASOUT.

En relación a la evaluación de tendencia (año 2016 con respecto al año 2000), las categorías de mayor aporte a la tendencia total corresponden a las emisiones y remociones de dióxido de carbono de “Tierras convertidas en pastizales” (22.58%), “Tierras convertidas en tierras de cultivo” (19.70%) del sector ASOUT; y del Transporte Terrestre (10.08%) del sector Energía.

Respecto a las categorías identificadas como principales para las emisiones de metano, tanto en la evaluación de nivel como en la de tendencia, se identificaron las siguientes: “Otro ganado vacuno”, “Gas natural”, “Eliminación de desechos sólidos”, “Ganado vacuno lechero” y “Tratamiento y eliminación de aguas residuales”; mientras que “Cultivo de arroz” se identificó como categoría principal para la evaluación de nivel.

En lo referido a las categorías identificadas como principales para las emisiones de dióxido de nitrógeno, tanto en la evaluación de nivel como en la de tendencia, se identificaron a las “Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados” y “Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados”, mientras que las “Emisiones por quema de biomasa” se identificó como categoría principal para la evaluación de nivel.

Las siguientes tablas se presentan las categorías principales identificadas en la evaluación de nivel y en la evaluación tendencia, respectivamente.

Tabla 6. Evaluación de nivel para la identificación de categorías principales – Método 1

A	B	C	D	E	F	G
Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Estimación del último año ($E_{x,2016}$)	Valor absoluto de la estimación del último año	Evaluación del nivel	Total acumulativo
			[GgCO ₂ eq]	$E_{x, 2016}$	$L_{x, 2016}$	
3B2b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	51,700.44	51,700.44	0.2487	24.87%
3B3b	Tierras convertidas en pastizales	CO ₂	41,309.08	41,309.08	0.1987	44.74%
1A3b	Transporte terrestre	CO ₂	18,833.23	18,833.23	0.0906	53.80%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	11,036.56	11,036.56	0.0531	59.11%
3B1a	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	CO ₂	10,837.10	10,837.10	0.0521	64.33%
1A2	Industrias manufacturas y de la construcción	CO ₂	8,386.47	8,386.47	0.0403	68.36%
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	7,709.86	7,709.86	0.0371	72.07%
3A1aii	Otro ganado vacuno	CH ₄	6,844.37	6,844.37	0.0329	75.36%
1B2b	Gas natural	CH ₄	5,762.34	5,762.34	0.0277	78.14%
3B5b	Tierras convertidas en Asentamientos	CO ₂	5,038.23	5,038.23	0.0242	80.56%
1A4	Otros sectores	CO ₂	4,820.82	4,820.82	0.0232	82.88%
2A1	Producción de cemento	CO ₂	4,223.75	4,223.75	0.0203	84.91%
4A	Eliminación de desechos sólidos	CH ₄	3,979.47	3,979.47	0.0191	86.82%
1A1b	Refinación del petróleo	CO ₂	2,724.52	2,724.52	0.0131	88.14%
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	2,667.66	2,667.66	0.0128	89.42%
3A1(b-j)	Resto de ganado	CH ₄	2,656.01	2,656.01	0.0128	90.70%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	CO ₂	2,143.62	2,143.62	0.0103	91.73%
3A1ai	Ganado vacuno lechero	CH ₄	1,962.47	1,962.47	0.0094	92.67%
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	1,960.34	1,960.34	0.0094	93.61%
3B6b	Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	1,393.83	1,393.83	0.0067	94.29%

A	B	C	D	E	F	G
Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Estimación del último año ($E_{x,2016}$)	Valor absoluto de la estimación del último año	Evaluación del nivel	Total acumulativo
			[GgCO ₂ eq]	$E_{x, 2016}$	$L_{x, 2016}$	
3C7	Cultivo de arroz	CH ₄	1,084.91	1,084.91	0.0052	94.81%
1A3a	Aviación civil	CO ₂	1,079.29	1,079.29	0.01	95.33%
3C1	Emisiones por quema de biomasa	N ₂ O	1,062.19	1,062.19	0.01	95.84%

Donde:

$E_{x,2016}$ = Estimación de emisión o remoción de la categoría x de la fuente o sumidero del año 2016

| $E_{x, 2016}$ | = Valor absoluto de la estimación de emisión o remoción de la categoría x de la fuente o sumidero del año 2016

| $L_{x, 2016}$ | = Evaluación de nivel para x de fuente o sumidero del año 2016 del inventario

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Evaluación de tendencia para la identificación de categorías principales – Método 1

A	B	C	E	F	G	H
Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Estimación del último año (E _{x,2016})	Evaluación de tendencia T _{x, 2016}	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la Columna G
			[GgCO ₂ eq]			
3B3b	Tierras convertidas en pastizales	CO ₂	41,309.08	0.12	22.58%	22.58%
3B2b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	51,700.44	0.11	19.70%	42.28%
1A3b	Transporte terrestre	CO ₂	18,833.23	0.05	10.08%	52.36%
3B1a	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	CO ₂	10,837.10	0.05	9.29%	61.66%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	11,036.56	0.04	7.87%	69.52%
3B5b	Tierras convertidas en asentamientos	CO ₂	5,038.23	0.02	3.54%	73.06%
1B2b	Gas natural	CH ₄	5,762.34	0.02	3.31%	76.36%
1A2	Industrias manufacturas y de la construcción	CO ₂	8,386.47	0.01	2.44%	78.81%
2A1	Producción de Cemento	CO ₂	4,223.75	0.01	2.40%	81.21%
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	7,709.86	0.01	2.28%	83.49%
1A1b	Refinación del petróleo	CO ₂	2,724.52	0.01	2.26%	85.75%
3A1aii	Otro ganado vacuno	CH ₄	6,844.37	0.01	1.86%	87.61%
4A	Eliminación de desechos sólidos	CH ₄	3,979.47	0.01	1.22%	88.83%
1A4	Otros sectores	CO ₂	4,820.82	0.01	0.94%	89.76%
3A1ai	Ganado vacuno lechero	CH ₄	1,962.47	0.00	0.87%	90.64%
3B1b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	- 1,037.78	0.00	0.86%	91.50%
1A3a	Aviación civil	CO ₂	1,079.29	0.00	0.83%	92.33%
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	1,960.34	0.00	0.82%	93.15%
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	2,667.66	0.00	0.76%	93.91%
3B6b	Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	1,393.83	0.00	0.69%	94.60%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	CO ₂	2,143.62	0.00	0.64%	95.24%

A	B	C	E	F	G	H
Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Estimación del último año ($E_{x,2016}$)	Evaluación de tendencia $T_{x, 2016}$	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la Columna G
			[GgCO ₂ eq]			
1B2a	Petróleo	CH ₄	1,050.68	0.00	0.60%	95.84%

Donde:

$E_{x,2000}$ = Estimación de emisión o remoción de la categoría x de la fuente o sumidero del año 2000

$E_{x,2016}$ = Estimación de emisión o remoción de la categoría x de la fuente o sumidero del año 2016

$T_{x, 2016}$ = Evaluación de tendencia para x de fuente o sumidero del año 2016 con respecto al año base 0 del inventario (definido para esta evaluación como año 2000)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan el resumen de los resultados del análisis de categorías principales realizado. En la siguiente tabla, se resume el análisis de categorías principales de manera integrada, ordenadas por código.

Tabla 8. Resumen del análisis de categorías principales

Método cuantitativo usado para la evaluación de nivel: Método 1 (L1)			
Método cuantitativo usado para la evaluación de tendencia: Método 1 (T1)			
Código de la Categoría IPCC	Categoría del IPCC	Gas de Efecto Invernadero	Criterio de Identificación
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	L1, T1
1A1b	Refinación del petróleo	CO ₂	L1, T1
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	CO ₂	L1, T1
1A2	Industrias manufacturas y de la construcción	CO ₂	L1, T1
1A3a	Aviación civil	CO ₂	L1, T1
1A3b	Transporte terrestre	CO ₂	L1, T1
1A4	Otros sectores	CO ₂	L1, T1
1B2a	Petróleo	CH ₄	T1
1B2b	Gas natural	CH ₄	L1, T1
2A1	Producción de cemento	CO ₂	L1, T1
3A1ai	Ganado vacuno lechero	CH ₄	L1, T1
3A1aaii	Otro ganado vacuno	CH ₄	L1, T1
3A1(b-j)	Resto de ganado	CH ₄	L1
3B1a	Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	CO ₂	L1, T1
3B1b	Tierras convertidas en tierras forestales	CO ₂	T1
3B2b	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	L1, T1
3B3b	Tierras convertidas en pastizales	CO ₂	L1, T1
3B5b	Tierras convertidas en asentamientos	CO ₂	L1, T1
3B6b	Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	L1, T1
3C1	Emisiones por quema de biomasa	N ₂ O	L1
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	L1, T1
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	N ₂ O	L1, T1
3C7	Cultivo de arroz	CH ₄	L1
4A	Eliminación de desechos sólidos	CH ₄	L1, T1
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	L1, T1

Fuente: Elaboración propia

4.4. Serie temporal

En este subcapítulo se presentan los resultados de las estimaciones actualizadas, realizadas en el marco del INGEI 2016, para toda la serie temporal (años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014).

En la siguiente tabla se aprecia la variación entre las estimaciones originales y las estimaciones actualizadas para toda la serie temporal. Los valores referenciados como “actualizados” corresponden a los resultados del INGEI 2016, mientras que los valores “originales” corresponden a los resultados reportados en el INGEI 2014.

Cabe resaltar que la tabla en mención no incluye los resultados de emisiones y remociones del sector UTCUTS debido a que el método aplicado para la representación de tierras en los biomas Amazonía, Costa y Sierra para los años 2016 y 2014, es diferente al aplicado en los años 2012, 2010, 2005 y 2000, por lo que la serie temporal no es comparable.

Tabla 9. Actualización de la serie temporal de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 – sin UTCUTS

Sector	2000			2005			2010			2012			2014			2016
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]
	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
Energía	30,960.58	31,656.50	2.25%	31,197.33	34,257.85	9.81%	44,002.66	47,561.58	8.09%	45,622.59	47,556.43	4.24%	50,331.16	53,892.97	7.08%	58,132.54
PIUP	2,685.74	2,666.25	-0.73%	3,387.65	3,357.73	-0.88%	4,501.79	4,470.76	-0.69%	5,059.37	5,025.39	-0.67%	6,040.76	5,990.83	-0.83%	5,822.37
Agricultura	23,463.71	22,822.42	-2.73%	23,751.80	24,099.78	1.47%	25,879.35	25,580.06	-1.16%	25,664.69	26,048.02	1.49%	26,233.20	25,840.07	-1.50%	25,910.29
Desechos	5,943.16	5,050.52	-15.02%	6,369.26	5,812.90	-8.74%	6,922.43	6,383.50	-7.79%	7,484.30	5,955.41	-20.43%	9,679.73	6,194.82	-36.00%	6,437.67
TOTAL	63,053.19	62,195.69	-1.36%	64,706.04	67,528.27	4.36%	81,306.23	83,995.90	3.31%	83,830.95	84,585.25	0.90%	92,284.85	91,918.69	-0.40%	96,302.88

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla anterior, los valores actualizados son mayores a los valores originales, salvo en los años 2000 y 2014, en los que los valores actualizados son menores a los originales. Las mayores variaciones se dan en el año 2005 con 4.36%, seguido del año 2010 con 3.31%, continuando con el año 2000 con -1.36%, y finalmente los años 2012 y 2014, con 0.90% y -0.40%, respectivamente.

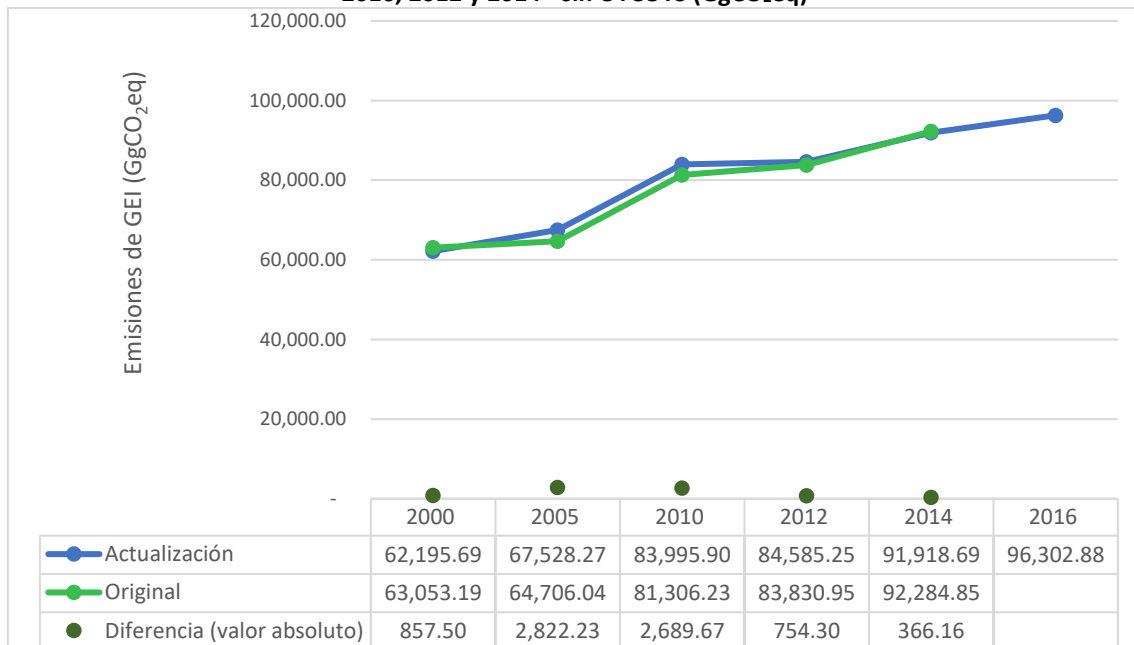
Respecto a la variación en función a los sectores IPCC, las mayores variaciones se dan en el sector Desechos (2000, 2012, y 2014), siendo las mayores las correspondientes a los años 2012 y 2014 en la que las emisiones actualizadas son significativamente menores a las originales. También se tiene al sector Energía que presenta las mayores variaciones para los años 2005 y 2010, en las que los valores actualizados son mayores a los valores originales. Para el sector PIUP, las emisiones actualizadas son ligeramente menores respecto a los valores originales con variación más alta, considerando los valores absolutos, es de 0.88%. Y finalmente el sector agricultura cuya variación más alta, en valor absoluto, es de 2.73% para el año 2000.

En términos generales se puede afirmar que estas variaciones se deben principalmente a:

- **Mejoras metodológicas en las estimaciones de GEI:** Como es el caso de la estimación de la demanda sectorial del BNE (Energía – Combustión Estacionaria), cambio metodológico en la estimación de las emisiones de la subcategoría Aviación civil en el año 2000 (Energía-Combustión Móvil), corrección del factor de emisión para la producción de ceniza de sosa para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 (PIUP) y cambio de método de cálculo de las emisiones de GEI de las Directrices del IPCC de 1996 hacia las Directrices del IPCC de 2006 como es el caso de los sectores de Desechos y Agricultura. En el caso del sector Agricultura se adoptaron nuevos niveles jerárquicos, haciendo uso de las Directrices del IPCC de 2006, asimismo se utilizó un Nivel metodológico 2 para la subcategoría fermentación entérica, específicamente para el ganado vacuno. Esto permitió, desarrollar parámetros y factores de emisión específicos del país para el ganado vacuno y así, mejorar las estimaciones actuales con respecto a las estimaciones previas.
- **Mejoras en la información para datos de actividad/cambio de fuentes de información:** La incorporación de nuevas fuentes de información para datos de planta y datos nacionales de actividad (PIUP).
- **Inclusión de nuevas fuentes de emisión:** Como en el caso de la contabilización de emisiones anteriormente excluidas como CH₄ y N₂O procedentes de la quema de biomasa como fuente de energía (Energía – Combustión Estacionaria).

En la siguiente figura, se puede apreciar el comportamiento de las emisiones de GEI originales versus las emisiones actualizadas.

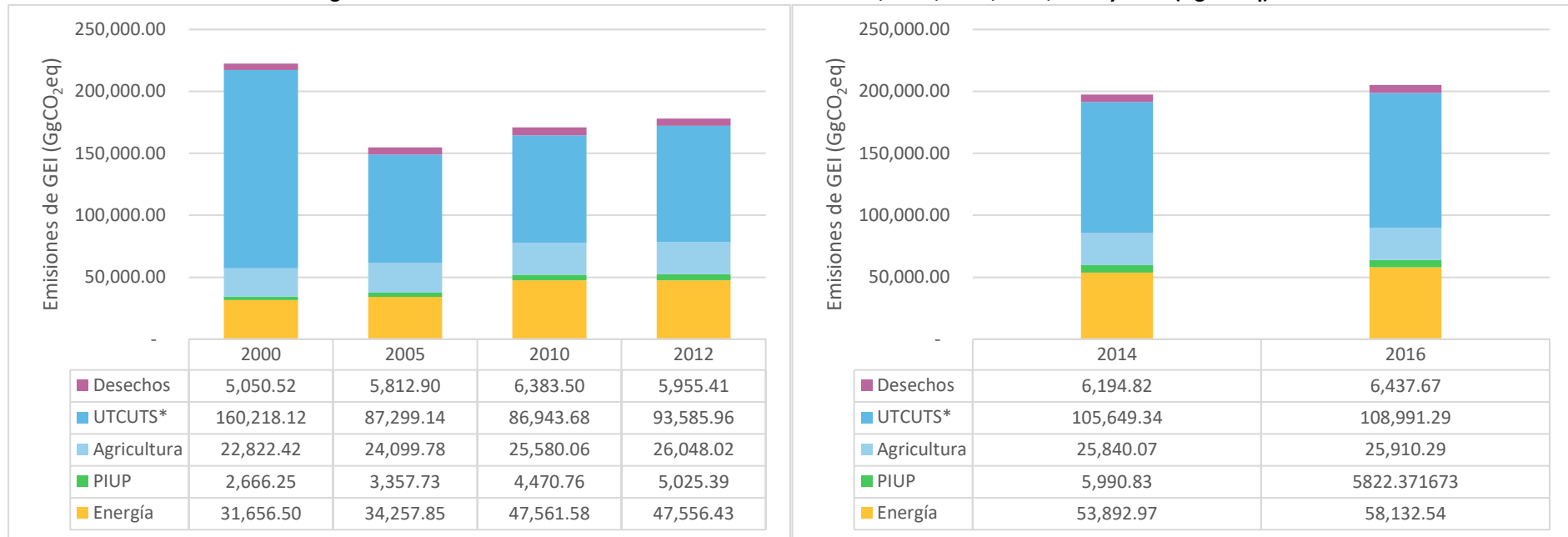
Figura 22. Comportamiento de emisiones de GEI Originales Vs Actualizadas para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 - sin UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se presenta los resultados de las estimaciones actualizadas para todos los sectores, incluido ASOUT que comprende a Agricultura y UTCUTS.

Figura 23. Estimaciones de GEI actualizadas de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 (GgCO₂eq)



*NOTA: En el sector UTCUTS, los años 2014 y 2016, han aplicado el método 3 de representación de las tierras en Amazonía, y el método 2 en los biomas Costa y Sierra, mientras que la actualización de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se ha aplicado el método 3 en Amazonía, y el método 1 en los biomas Costa y Sierra.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, las emisiones de los sectores Energía, PIUP, Agricultura y Desechos en los años 2016, 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000 presentan una tendencia creciente. En el caso del sector UTCUTS, el año 2000 registró el mayor pico de deforestación de la serie analizada repercutiendo así en los niveles de emisiones, luego a partir del 2005 se mantiene una tendencia creciente.

5. RESULTADO DEL SECTOR ENERGÍA – COMBUSTIÓN ESTACIONARIA Y EMISIONES FUGITIVAS

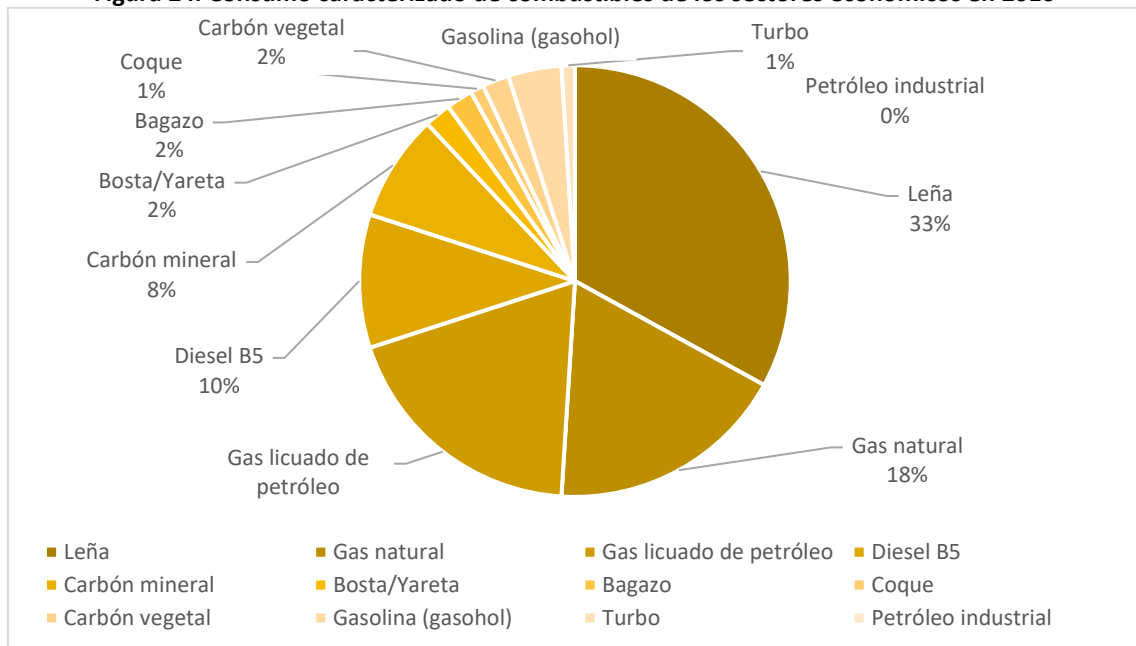
El sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas, en lo referido a la combustión estacionaria aborda las emisiones de GEI provocadas por la combustión estacionaria de diversas fuentes de energía en las industrias de la energía (1A1), las industrias manufactureras y de la construcción (1A2) y otros sectores (1A4).

En el caso de las Emisiones fugitivas, esta aborda la liberación intencional o no intencional de GEI que puede ocurrir durante la extracción, el procesamiento y la entrega de los combustibles fósiles al punto de utilización final. Dentro de esta se incluye a las emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos (1B1) y emisiones fugitivas por producción de petróleo y gas natural (1B2).

5.1. Análisis de la situación sectorial

En lo que se refiere a la demanda de combustibles para el año 2016, aquellos combustibles que se consumieron mayoritariamente por los distintos sectores económicos y por orden decreciente son la leña, el gas natural, el gas licuado de petróleo, el diésel y el carbón mineral. En la siguiente figura se puede apreciar el consumo caracterizado de combustibles para el año 2016.

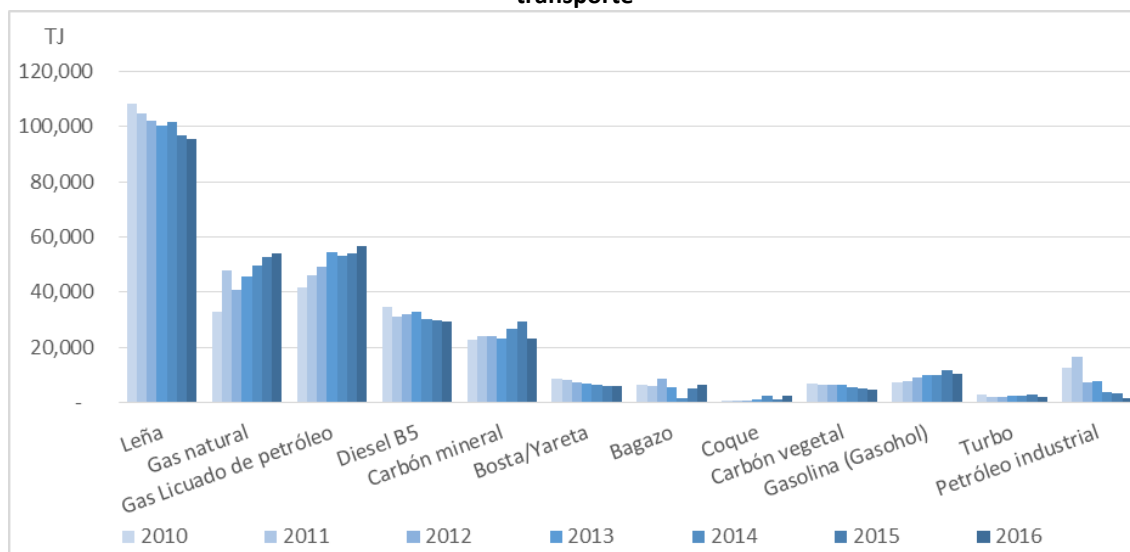
Figura 24. Consumo caracterizado de combustibles de los sectores económicos en 2016



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

En lo que respecta al consumo histórico de los combustibles, en la siguiente figura se puede apreciar su evolución en el periodo 2010 -2016.

Figura 25. Tendencia del consumo de combustible en los sectores económicos excluyendo el sector transporte



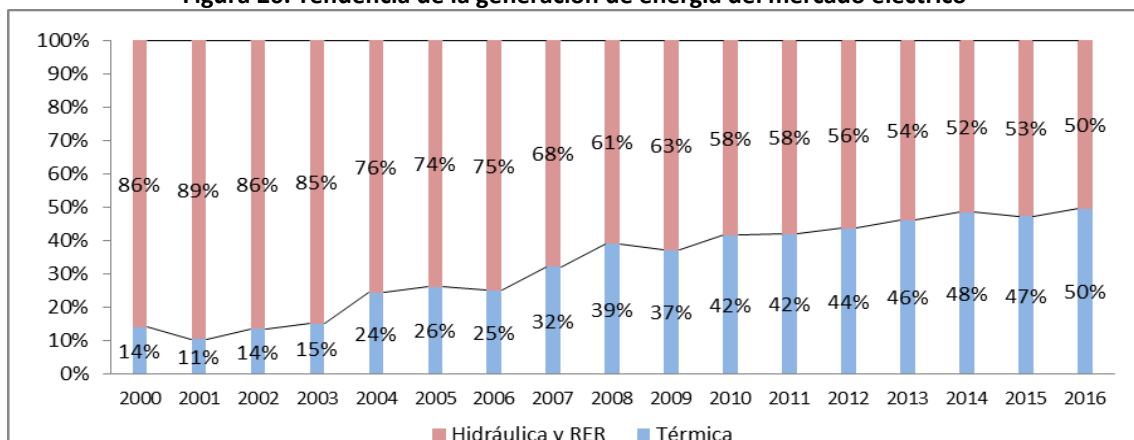
Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Como se aprecia en la figura anterior, la tendencia del consumo de combustibles es variada, por ejemplo, en el caso de la leña, diésel, carbón mineral, petróleo industrial, coque y carbón vegetal existe una tendencia de decrecimiento mientras que para los casos de gas natural y gas licuado de petróleo existe una tendencia notoria de crecimiento.

Respecto a la oferta, la electricidad en el Perú era inicialmente generada con gran participación de las centrales hidroeléctricas. Luego con el pasar de los años las centrales termo eléctricas tuvieron mayor participación, más aún a partir del año 2004 en adelante periodo en el que el país promueve y fomenta los usos del gas natural.

Para el año 2016 la electricidad fue generada de forma casi equitativa entre centrales de generación térmica y otro tipo de centrales (hidráulicas y RER), según la siguiente participación: 47.8% de centrales hidráulicas, 49.6% por centrales térmicas y un 2.6% por energías renovables no convencionales (0.5% solar y 2.1% eólica). Estas últimas han entrado desde el año 2012 y año tras años vienen teniendo mayor participación, aunque con un crecimiento lento. En la siguiente figura se puede apreciar la evolución en la generación de energía eléctrica en el país para el período 2000 - 2016.

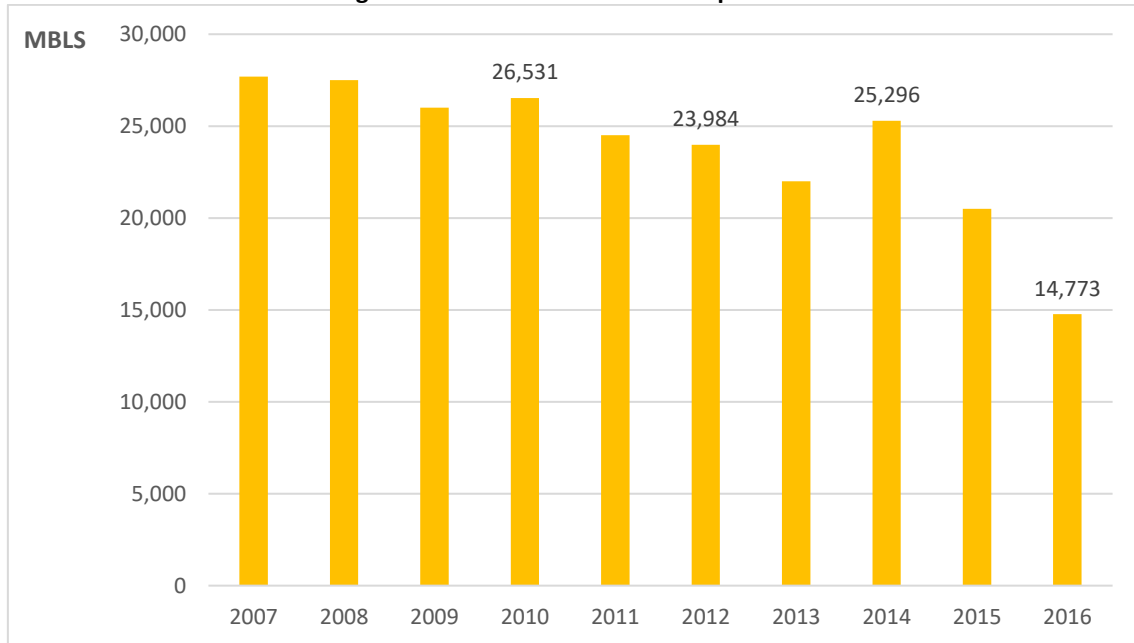
Figura 26. Tendencia de la generación de energía del mercado eléctrico



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Respecto a las actividades relacionadas a la generación de emisiones fugitivas tenemos la producción de petróleo, la producción de gas natural y la reinyección de gas natural. En lo referido a la producción de petróleo, en la siguiente figura se aprecia la tendencia de decrecimiento en su producción, por ejemplo, en el 2016 se ha producido 42% menos petróleo que en el año 2014. Este comportamiento influye en las emisiones fugitivas asociadas a su producción.

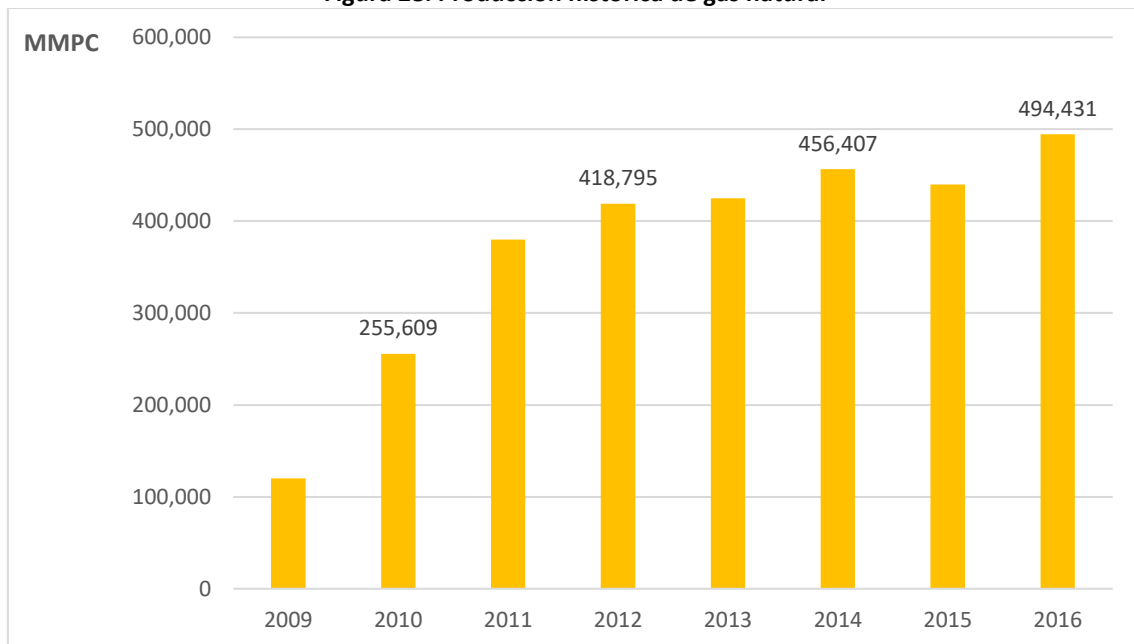
Figura 27. Producción histórica de petróleo



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

En lo referente a la producción gas natural, se tienen tendencias de crecimiento positivo, por ejemplo, del año 2014 al año 2016 hubo un incremento del 8%. La evolución de la producción de gas natural se puede apreciar en la siguiente figura.

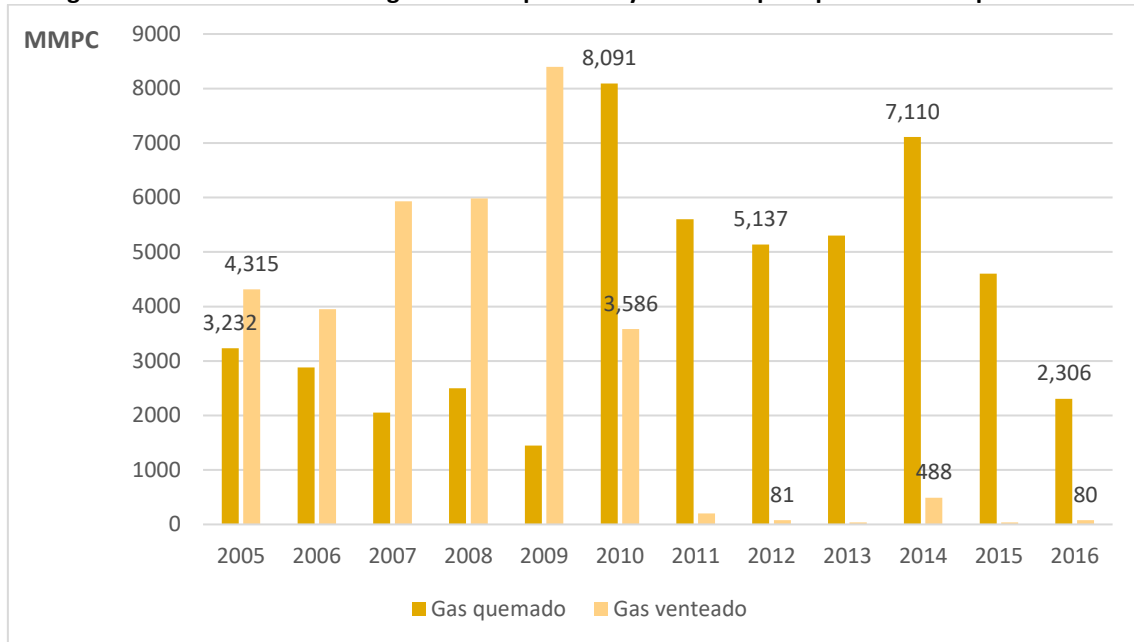
Figura 28. Producción histórica de gas natural



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

En lo que respecta al comportamiento de las acciones involucradas en la producción de gas natural que repercuten sobre las emisiones fugitivas de GEI, que son el quemado (principalmente) y venteo de este gas, se tiene que el gas natural venteado inicialmente presentó una tendencia alta de crecimiento para luego reducirse de forma bastante considerable o casi nula. Y en el caso del gas natural quemado, este presenta una tendencia irregular, teniendo que en el año 2016 se quemó 68% menos que en el año 2014. En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento del quemado y venteo de gas natural.

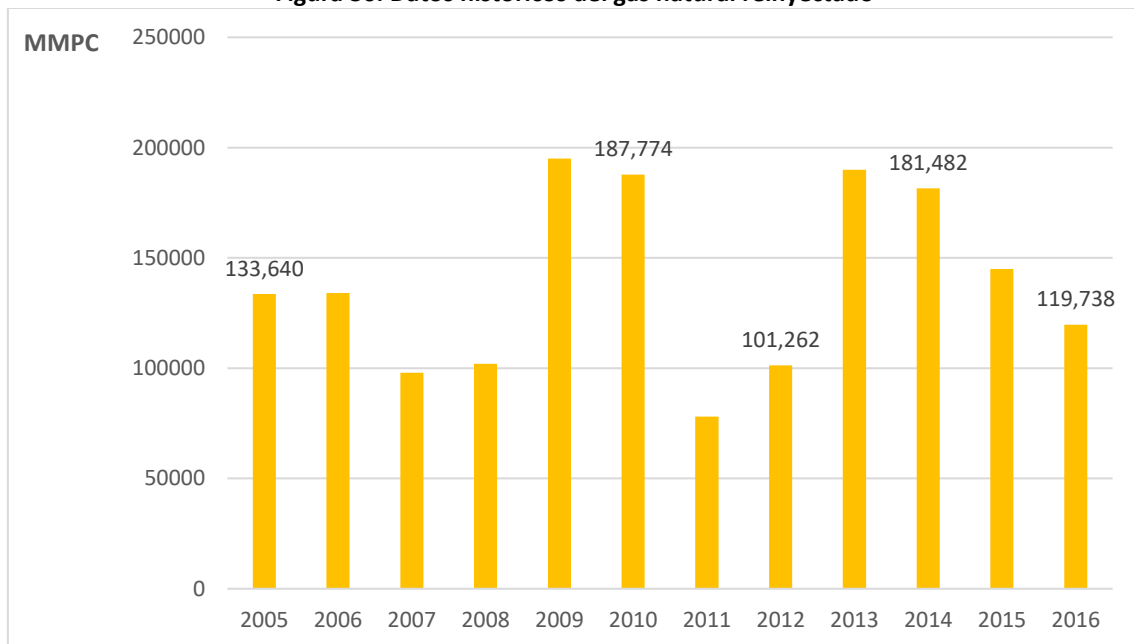
Figura 29. Datos históricos del gas natural quemado y venteado por operaciones de producción



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Finalmente, respecto al gas natural reinyectado, los datos históricos sobre esta variable presentan un comportamiento irregular con los años, tal como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 30. Datos históricos del gas natural reinyectado



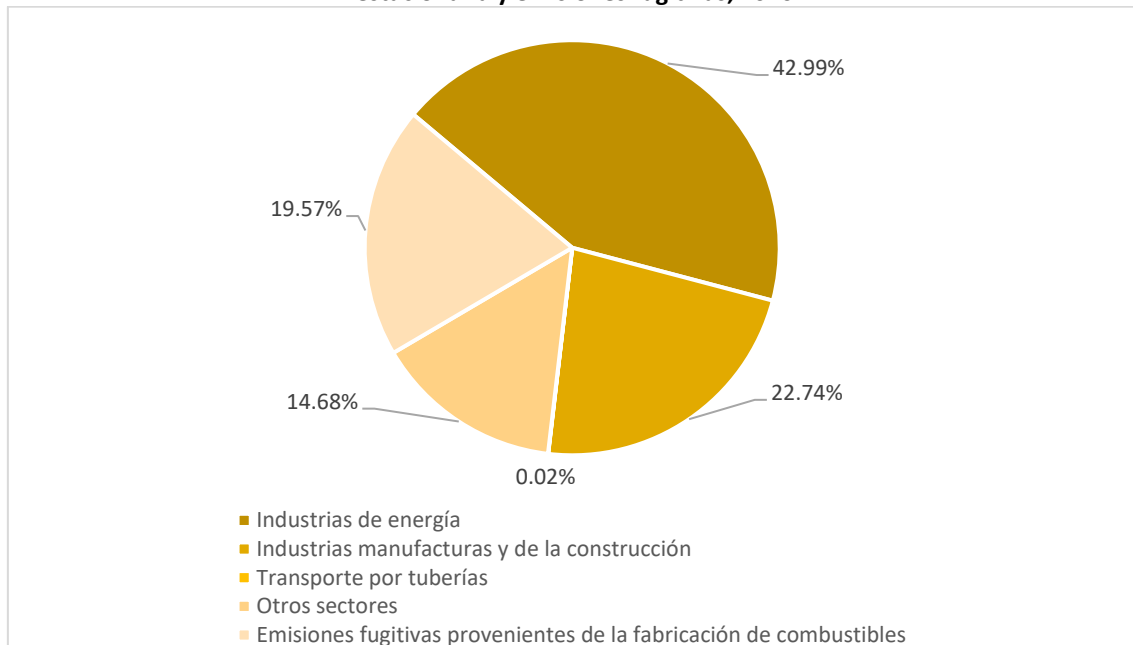
Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.2. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI de este sector incluyen las categorías de i) Actividades de quema de combustible (1A) y ii) Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles (1B). Las fuentes de emisiones de GEI por combustión móvil (transporte) son reportadas en el sector energía – Combustión móvil.

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 37,090.60 GgCO₂eq, representando el 18.07% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión por la quema de combustibles es la subcategoría industria de la energía con 15,946.50 GgCO₂eq representando el 42.99% de las emisiones de este sector, seguido de la subcategoría industrias de la manufactura y construcción con 8,435.54 GgCO₂eq representando el 22.74%. El resto de las subcategorías de quema de combustibles representan el 14.69%. Las emisiones fugitivas provenientes por la fabricación de combustibles fueron de 7,258.18 GgCO₂eq representando el 19.57% de las emisiones del sector. En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategoría.

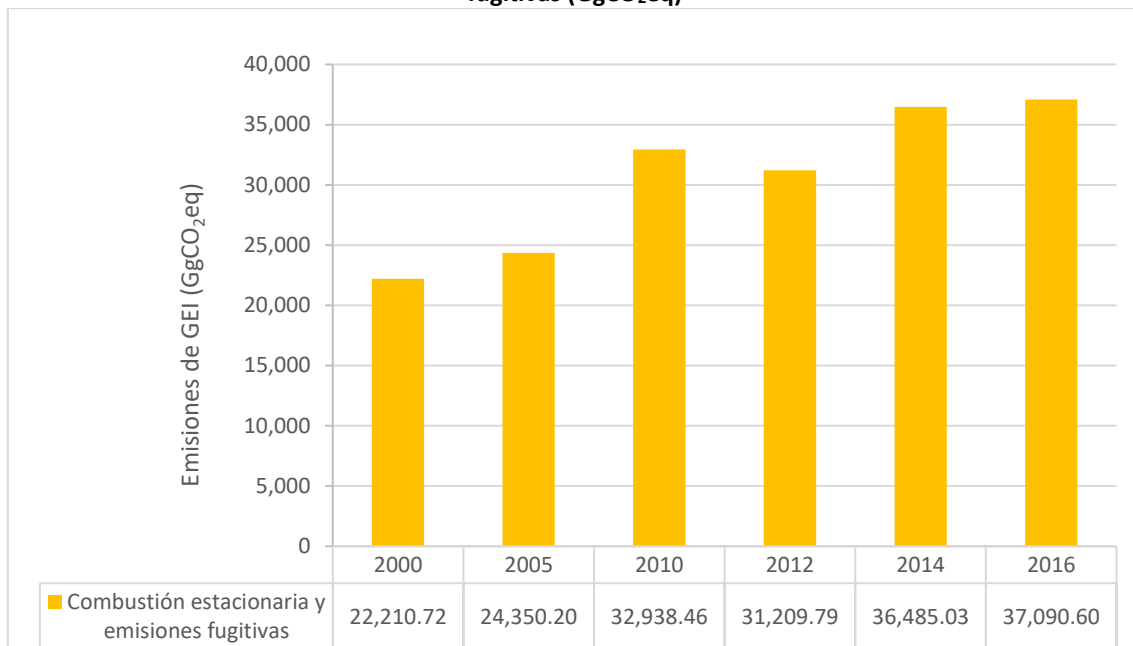
Figura 31. Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas, 2016



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 1.66% respecto al año 2014 y en un 66.99% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones sigue la misma tendencia que el crecimiento del consumo de energía del sector.

Figura 32. Evolución de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Las emisiones de GEI generadas por la combustión de la biomasa y biocombustibles o emisiones informativas se reportan en el capítulo 12. Las tablas de reporte sectorial correspondientes al sector Energía, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1.2.

5.3. Actualización de la serie temporal

Las estimaciones incorporan mejoras con impacto directo en la magnitud de las emisiones de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.

No se han aplicado métodos de extrapolación, interpolación u otros en el proceso de actualización de la serie temporal. La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

En la siguiente tabla y figura se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 10. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía, Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)

Categorías		2000			2005			2010			2012			2014			2016
		Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]
		O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
1A	Actividades de quema de combustible	16,562.06	16,793.10	1.39%	16,421.22	18,416.76	12.15%	24,535.92	24,521.18	-0.06%	25,524.23	24,012.31	-5.92%	28,553.39	28,029.50	-1.83%	29,832.41
	1A1 Industrias de energía	4,374.15	3,930.34	-10.15%	5,149.93	5,200.99	0.99%	13,126.11	13,103.44	-0.17%	13,880.33	13,520.95	-2.59%	14,752.18	13,950.76	-5.43%	15,946.50
	1A2 Industrias de manufactura y construcción	7,154.18	7,309.30	2.17%	7,859.81	9,013.45	14.68%	7,754.77	7,756.88	0.03%	7,888.78	6,081.15	-22.91%	9,039.17	9,399.44	3.99%	8,435.54
	1A3 Transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.29	-	28.35	28.35	0.01%	5.93
	1A4 Otros sectores	5,033.73	5,553.46	10.32%	3,411.48	4,202.32	23.18%	3,655.04	3,660.86	0.16%	3,755.12	4,373.92	16.48%	4,733.69	4,650.94	-1.75%	5,444.44
1B	Emisiones fugitivas	4,480.11	5,417.62	20.93%	3,986.58	5,933.44	48.84%	4,512.92	8,417.28	86.52%	3,686.31	7,197.47	95.25%	4,417.48	8,455.53	91.41%	7,258.18
	1B1 Combustibles sólidos	4.67	4.67	-	16.52	16.52	-	33.95	33.95	-	63.72	63.72	-	64.51	64.51	-	74.40
	1B2 Petróleo y gas natural	4,475.44	5,412.95	20.95%	3,970.06	5,916.92	49.04%	4,478.97	8,383.33	87.17%	3,622.59	7,133.76	96.92%	4,352.97	8,391.02	92.77%	7,183.78
TOTAL		21,042.17	22,210.72	5.55%	20,407.80	24,350.20	19.32%	29,048.84	32,938.46	13.39%	29,210.54	31,209.79	6.84%	32,970.87	36,485.03	10.66%	37,090.60

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Como se aprecia en la tabla anterior para el año 2000 las emisiones totales variaron en 5.55 % con respecto a la estimación original, para el año 2005 variaron en un 19.32%, para el año 2010 variaron en 13.39%, para el año 2012 6.84% y para el año 2014 en 10.66%.

A nivel de subcategorías, se aprecia que en las industrias de la energía (1A1) el mayor cambio se observa en los años 2000 y 2014 donde las emisiones de GEI disminuyeron en 10.15% y 5.43% respectivamente. Respecto a las industrias manufactureras y de la construcción (1A2), se observa que las mayores variaciones se presentan en el año 2005 con una variación de 14.68% y en el año 2012 con una variación de -22.91%. Asimismo, en lo referido a las emisiones de otros sectores (1A4), se aprecian variaciones considerables de 10.32%, 23.18% y 16.48% para los años 2000, 2005 y 2012.

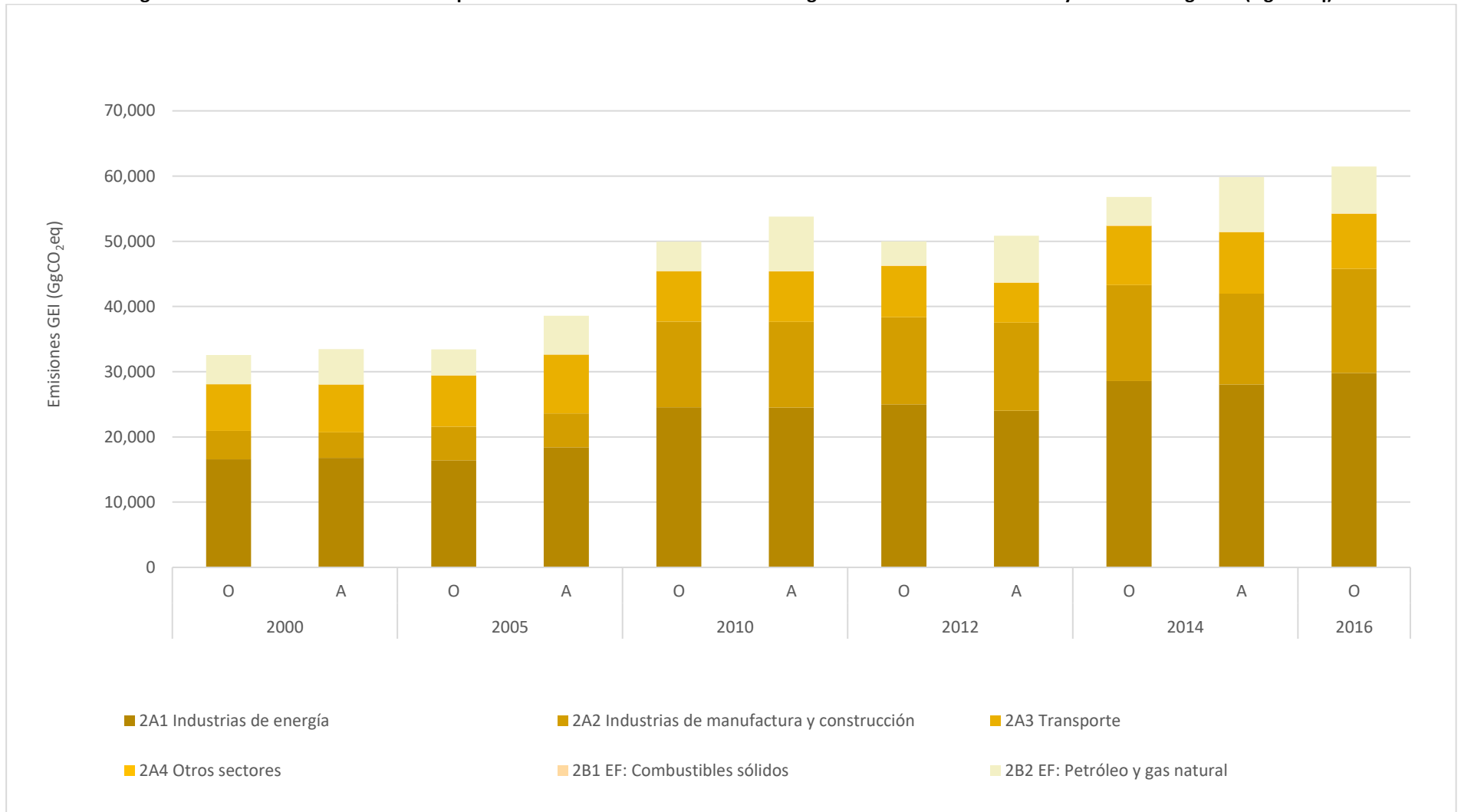
Dichas variaciones se atribuyen a las mejoras implementadas en el RAGEI 2016 del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones fugitivas, entre las cuales se incluyen mejoras metodológicas en la estimación de la demanda sectorial del Balance Nacional de Energía (BNE) y la contabilización de emisiones anteriormente excluidas como CH₄ y N₂O procedentes de la quema de biomasa.

En lo relación a la subcategoría transporte (1A3) se obtuvieron datos nacionales únicamente para los años 2012, 2014 y 2016 referidos al consumo de combustibles para el transporte por tuberías (1A3ei).

Las emisiones fugitivas por la fabricación del petróleo y el gas natural (1B2) tuvieron variaciones importantes de 20.93%, 48.84%, 86.52%, 95.25% y 9141% para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014. Estas variaciones se atribuyen a diversos cambios en comparación al INGEI 2014, como el cambio de la fórmula de estimación de emisiones fugitivas de petróleo y la inclusión las emisiones fugitivas de gas natural por su producción. Asimismo, se modificaron los factores de emisión relacionados al procesamiento de gas natural, así como los valores vinculados a la actividad de transporte y distribución.

En la siguiente figura se aprecia, las variaciones de las emisiones de GEI actualizadas respecto a los valores originales.

Figura 33. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.4. Control de calidad y garantía de la calidad sectorial

5.4.1. Control de calidad

En este subcapítulo se presentan algunos de los procedimientos de control de calidad realizados siguiendo las orientaciones de las Directrices del IPCC de 2006, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11. Procedimientos de control de calidad específicos

Fuente de emisión / remoción		Comparación de emisiones a través de métodos alternativo	Verificación de los datos de la actividad	Control y revisión de los factores de emisión
Energía				
Actividades de quema del combustible (1A)				
Industrias de la energía (1A1)	Cálculos de las emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión	Se ha comparado las estimaciones de las emisiones de CO ₂ procedentes de la quema de combustible, elaboradas con el Método por sectores versus las emisiones estimadas con el Método de referencia.	NR	NR
Industrias manufactureras y de la construcción (1A2)				
Transporte (1A3)	Cálculos de las emisiones de no CO ₂ procedentes de la combustión estacionaria	NR	NR	NR
Otros sectores (1A4)				
Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles (1B)				
Combustibles sólidos (1B1)		NR	Se verificó que los datos de entrada (niveles de actividad) hayan sido correctamente usados tanto en la planilla de cálculo como en el RAGEI.	Se aseguró que los factores de emisión empleados hayan sido los correctos.
Petróleo y gas natural (1B2)		NR		

NR: Procedimiento no realizado.

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

La lista completa de los procedimientos generales de control de calidad se encuentra detallada en el ANEXO III del presente informe.

5.4.2. Garantía de la Calidad

En este subcapítulo se presentan los principales hallazgos identificados por la US EPA a partir de la revisión del INGEI 2014 - sector Energía - Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas.

En la siguiente tabla se presentan los principales hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector.

Tabla 12. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas

N°	Categoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
1A Quema de combustibles – Combustión estacionaria			
1	Transversal	<p>Transparencia: Perú no incluye qué potenciales de calentamiento global han utilizado.</p>	Se indican los potenciales de calentamiento global utilizados.
		<p>Coherencia: Recomendamos que Perú de prioridad en el desarrollo de estimaciones de emisiones GEI para años más recientes, y una vez que el año reciente estén completos y sean exactos, entonces deberá priorizarse re-evaluar el año 1994.</p>	Se han priorizado las estimaciones desde el año 2000 hacia adelante.
		<p>Exactitud: Los estimados de incertidumbre asociados a las emisiones CH₄ y N₂O en 1A1ai parecen ser muy bajos, y deberían ser revisados.</p>	Se revisaron los factores de emisión, estos son de baja incertidumbre porque los datos de actividad corresponden a: por sondeo.
		<p>Exhaustividad: Completar un cálculo con el método de referencia es una tarea importante porque es clave en el control de calidad en la evaluación del inventario de CO₂ del Perú.</p>	Se ha realizado el método de referencia.
		<p>Comparabilidad: En algunas instancias existen limitaciones en los datos del balance nacional de energía que afectan el nivel sectorial que podría ser suministrado. Por ejemplo, el uso de combustibles a nivel comercial y residencial no puede ser separado del balance nacional de energía.</p>	Se han trabajado los niveles de actividad de manera que se ha separado la data del sector residencial y el comercial, tal como se requiere según las Directrices del IPCC.
		<p>Control de la calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú debería concentrarse en realizar revisiones de los balances de provisión y entrega de combustible, y verificar las estimaciones de combustibles consumidos en la industria. Nosotros alentamos la revisión de pares, así como también el involucramiento de los sectores público y privado. 	<ul style="list-style-type: none"> El área de planeamiento evaluará su incorporación para el desarrollo del Balance Nacional de Energía (BNE). Es preciso señalar, que en el marco de la elaboración del BNE2017 se realizaron acciones de mejora metodológica, que han permitido mejorar la data sectorial, lo cual será incorporado en el próximo RAGEI.

N°	Categoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
			<ul style="list-style-type: none"> Para el próximo inventario, se prevé realizar una revisión de pares a nivel de Inventario Nacional.
2	Circunstancias nacionales	Transparencia: Es importante que un registro sea elaborado cada vez que el inventario se actualice, para tener una “fotografía” de todo el material que se ha utilizado para cada inventario en específico.	Fue elaborado dicho registro para el caso del RAGEI 2016.
		Exhaustividad: Las emisiones de GEI indirectas no fueron estimadas. Alentamos a Perú a considerar si se pudiese estimar las emisiones indirectas. Estimar las emisiones de GEI indirectas podría también ayudar a crear conexiones con inventarios de calidad de aire.	Por primera vez, en el RAGEI 2016 se han estimado las emisiones de gases precursores, las mismas que incluyen: Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO ₂) y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM).
		Comparabilidad: Debería considerarse proporcionar cálculos de los factores de emisión implícitos para los combustibles, con el fin de ayudar a mejorar la comparabilidad con otros inventarios GEI.	El RAGEI 2016 incluye el cálculo del factor de emisión estimado para el gas natural (quema). Este es el único calculado.
3	Método	Exactitud: Perú debería comparar el factor específico nacional de gas natural con aquel factor por defecto de las Directrices 2006 del IPCC, y comentar sobre como este factor se encuentra dentro del rango de los valores por defecto, y si no se encuentra, comentar por qué.	Se ha realizado la comparación del factor de emisión nacional estimado para quema de gas natural con el proveído por el IPCC (por defecto).
4	Factor de emisión	Transparencia En algunos casos, se han utilizado las densidades específicas de combustible del país. Es una buena práctica comparar las densidades de los combustibles con los valores por defecto del IPCC.	Se ha realizado la comparación entre los valores de las densidades.
5	Datos de actividad	Transparencia: Los datos de actividad detallados se encuentran en las hojas de cálculo. Perú debería asegurarse que la Fuente de los datos de actividad esté claramente registrada en las hojas de cálculo.	Los datos de actividad están claramente registrados.
6	Reporte	Transparencia El informe en general es transparente, con claras evidencias que se han seguido las Directrices 2006 del IPCC.	Se buscará mantener la transparencia en los próximos reportes.
		Exhaustividad: El informe cubre la mayoría del material requerido para un informe del inventario completo. Perú deberá completar y	El análisis de categorías principales del año 2014 se realizó en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2014 (INGEI)

N°	Categoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
		documentar el análisis de categorías principales	2014). Y de igual forma, el correspondiente al 2016, se realizará en el INGEI 2016.
1B Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles			
7	Circunstancias nacionales	Exhaustividad: Desarrollar estimados de la incertidumbre para asegurar que las emisiones en el 1B (Emisiones fugitivas) estén completas. Las emisiones de minas subterráneas abandonadas no han sido reportadas – pero si las minas están inundadas por completo, entonces no existen emisiones fugitivas.	Se sostuvo una reunión de trabajo con los profesionales de la dirección competente dentro del MINEM, donde se acordó en revisar y gestionar acerca de la existencia de información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas. Esperamos alcanzar un mayor detalle de esta actividad para el desarrollo del próximo RAGEI.
8	Método	Exhaustividad: Perú debería intentar encontrar datos de actividad para las fuentes de las emisiones fugitivas no estimadas. Si no existen sets de datos de actividad para estas fuentes, el Perú podría en este caso utilizar datos de proxy para estimar los niveles de actividad. Es improbable que este enfoque produzca estimados precisos, pero ayudará a tener un inventario completo. La exhaustividad es mucho más importante en esta etapa del desarrollo del inventario del Perú.	Se sostuvo una reunión de trabajo con los profesionales de la dirección competente dentro del MINEM, donde se acordó en revisar y gestionar acerca de la existencia de información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas. Esperamos alcanzar un mayor detalle de esta actividad para el desarrollo del próximo RAGEI.
9	Factor de emisión	Exhaustividad: El informe indica que quizás pueda existir datos medidos disponibles para 1B2a venteo y la quema en antorcha, producción y refinación. Perú podría investigar si estos datos medidos pueden ser utilizados para verificar las estimaciones de emisiones GEI. Este no es un tema prioritario.	En el marco del desarrollo de los BNE se buscará gestionar esa información para futuros RAGEI.

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

La lista completa de los hallazgos derivados del procedimiento de garantía de calidad, realizado por la US EPA, se encuentra detallada en el ANEXO IV.a del presente informe.

Asimismo, es preciso indicar que el RAGEI 2016 ha sido revisado por un equipo de expertos internacionales quienes han formulado hallazgos y recomendaciones de mejora, los mismos que serán implementados en el próximo RAGEI. Los procedimientos de garantía de la calidad se encuentran en el ANEXO IV.b del presente informe.

5.5. Plan de Mejora

Durante el desarrollo del inventario se identificaron acciones que permitirán incrementar la exhaustividad y exactitud de la estimación de emisiones de GEI de las categorías descritas en este subcapítulo. Las principales acciones se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios

Categoría/ Subcategoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC ³³	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1A Actividades de quema del combustible	Aplicar el factor de emisión para la producción de carbón vegetal brindado en las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 dentro de la categoría 1A1cii.	Mejorar la exactitud de la categoría 1A1cii "Otras industrias de la energía".	No se han iniciado acciones de implementación	Corto plazo
	Identificar las empresas de generación de electricidad cuya actividad principal no es la generación de electricidad (reportadas actualmente en la categoría 1A1). La producción de electricidad proveniente de dichas empresas debe ser reportada en la categoría 1A2.	Mejorar la comparabilidad del reporte de emisiones.	No se han iniciado acciones de implementación	Corto plazo
	Desarrollar los factores de emisión ¹⁰³ específicos de los combustibles a nivel nacional.	Mejora la exactitud de la estimación de emisiones de GEI.	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo
1B Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	Recopilar información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas	Mejora la exactitud y completitud de la estimación de emisiones de GEI.	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

La lista completa de las acciones de mejora se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

³³ TACCC, por sus siglas en inglés: Transparency (Transparencia), Completeness (Exhaustividad), Consistency (Coherencia), Comparability (Comparabilidad), Accuracy (Exactitud)

5.6. Actividades de Quema de Combustibles

La estimación de las emisiones de GEI se realizó para las siguientes subcategorías:

- 1A1: Industrias de la energía
 - 1A1a: Producción de electricidad y calor como actividad principal
 - 1A1b: Refinación del petróleo
 - 1A1c: Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas
- 1A2: Industrias manufactureras y de la construcción
 - 1A2i: Minería (con excepción de combustibles) y cantería
 - 1A2m: Industria no especificada
- 1A3: Transporte
 - 1A3i: Transporte por tuberías
- 1A4: Otros sectores
 - 1A4a: Comercial/ Institucional
 - 1A4b: Residencial
 - 1A4c: Agricultura

5.6.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI esta categoría, con excepción de las emisiones generadas por la quema de gas natural, es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006. Las emisiones generadas por la quema de combustible de gas natural fueron estimadas aplicando el método de nivel 2 de las Directrices del IPCC de 2006.

5.6.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 14. Datos nacionales empleados en la categoría actividades de quema de combustibles

Clasificación				Fuente de emisión/ sumidero	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1				Energía						
	1A			Actividades de quema de combustibles						
		1A1		Industrias de energía						
			1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal						
			1A1ai	Generación de electricidad	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo mensual y tipo de combustible por unidad de generación 2016, i) Empresas que generan para el mercado eléctrico, ii) Empresas que generan para su propio uso.	Gas Natural (m ³), Biogás (m ³), Bagazo (Tn), Carbón (Tn), Diesel 2 (Gal.), Residual 6 (Gal.), Residual 500 (Gal.)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Anuario estadístico de electricidad 2016.	Con el consumo de combustible de las unidades atinentes a esta fuente se estiman las emisiones de GEI (método <i>topdown</i>). Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) y/o densidad de cada combustible. El consumo -en unidades de energía (TJ)- es multiplicado por el respectivo factor de emisión de GEI.	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O
			1A1a ii	Generación combinada de calor y energía (CHP)	Cantidad de combustible quemado (TJ)					
			1A1b	Refinación de petróleo	Cantidad de combustible quemado (TJ)	1) Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2016 unidades originales.	1) GLP, Gasolina de Motor, Diesel Oil, No energéticos petróleo y gas,	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI. Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

Clasificación				Fuente de emisión/ sumidero	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	
						2) Usos del gas distribuido durante el 2016	gas de refinería (10 ³ Bbl) y Gas distribuido (106 PC) 2) 10 ⁶ m ³		energía con el VCN (valor calórico neto) y/o densidad de cada combustible.		
		1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas							
			1A1cii	Otras industrias de la energía	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2016 unidades originales.	GLP, Gasolina de Motor, Diésel Oil, No energéticos petróleo y gas, gas de refinería (10 ³ Bbl) y Gas distribuido (10 ⁶ PC).	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI. Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
						Distribución de la energía primaria destinada a los centros de transformación	Terajulios (TJ)				Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.
		1A2		Industrias manufactureras y de la construcción							
			1A2i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector minero extractivo	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	

Clasificación				Fuente de emisión/sumidero	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
			1A2m	Industria no especificada	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector industrial	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
					Empresas que generan para su propio uso	Ministerio de Energía y Minas (2016). Anuario Estadístico de Electricidad 2016.				
		1A3		Transporte						
			1A3ei	Transporte por tuberías	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Fuentes Estacionarias de Combustión	Diésel: galón.	Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A. 2016	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>topdown</i>) Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		1A4		Otros sectores						
			1A4a	Comercial/Institucional	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector comercial y público	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
			1A4b	Residencial		Consumo de energía en el sector residencial	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

Clasificación					Fuente de emisión/ sumidero	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
									Nacional de Energía 2016.	estiman las emisiones de GEI.	
			1A4c		Agricultura/Silvicultura / Pesca / Piscifactorías						
			1A4ci	Estacionarias	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector agropecuario	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
					Consumo de energía en el sector pesquero						

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.6.3. Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión de los combustibles, a excepción del gas natural, corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. El factor de emisión del gas natural ha sido estimado siguiendo la metodología del API⁴⁹.

Tabla 15. Factores de emisión por tipo de combustible

Combustible		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
		FE por defecto (kgCO ₂ /TJ)	FE por defecto (kgCH ₄ /TJ)	FE por defecto (kgN ₂ O/TJ)
Petróleo crudo		73,300.00	3.00	0.60
Gas Natural Licuado		64,200.00	3.00	0.60
Gasolina para motores		69,300.00	3.00	0.60
Gas/Diésel Oil		74,100.00	3.00	0.60
Fuelóleo residual		77,400.00	3.00	0.60
Gases licuados de petróleo		63,100.00	1.00	0.10
Antracita		98,300.00	1.00	1.50
Carbón de coque		94,600.00	1.00	1.50
Gas natural		56,126.26 ³⁴	1.00	0.10
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800.00	3.00	0.60
	Biodiésel	70,800.00	3.00	0.60
	Otros biocombustibles líquidos	79,600.00	3.00	0.60
Biomasa sólida	Otra biomasa sólida primaria	100,000.00	30.00	4.00
	Madera/Desechos de madera	112,000.00	300.00	4.00
	Carbón vegetal	112,000.00	200.00	4.00
Biomasa gaseosa	Gas de vertedero	54,600.00	1.00	0.10
Kerosene		71,900.00	3.00	0.60

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

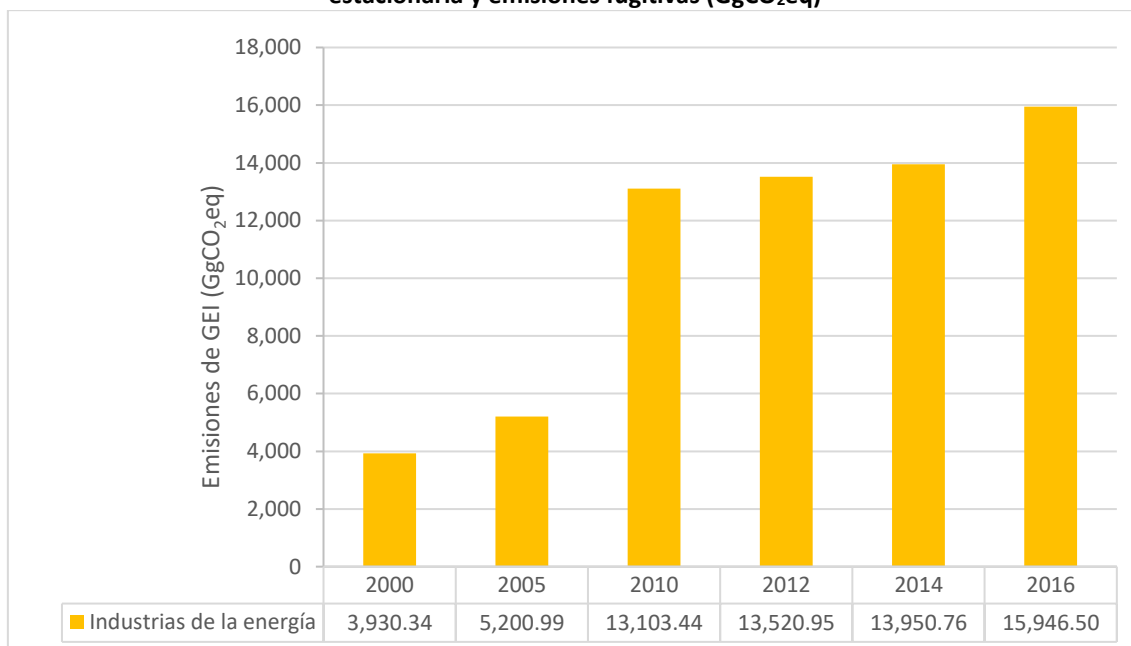
5.6.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por las industrias de la energía alcanzaron el valor de 15,904.70 GgCO₂, 0.64 GgCH₄ y 0.09 GgN₂O, que equivalen a 15,946.50 GgCO₂eq representando el 42.99% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 14.31% respecto al año 2014 y en un 305.73% respecto al año 2000. Como se aprecia en la siguiente figura, el comportamiento de las emisiones es en promedio creciente y está asociado a los niveles de consumo de combustibles en las industrias generadoras de electricidad, las que presentaron una mayor producción a través de centrales térmicas.

³⁴ Valor de factor de emisión nacional obtenido en base a metodología del documento: *Compendium of green house gas emissions methodologies for the oil and natural gas industries/American Petroleum Institute.*

Figura 34. Evolución de emisiones de GEI de las industrias de la energía, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)

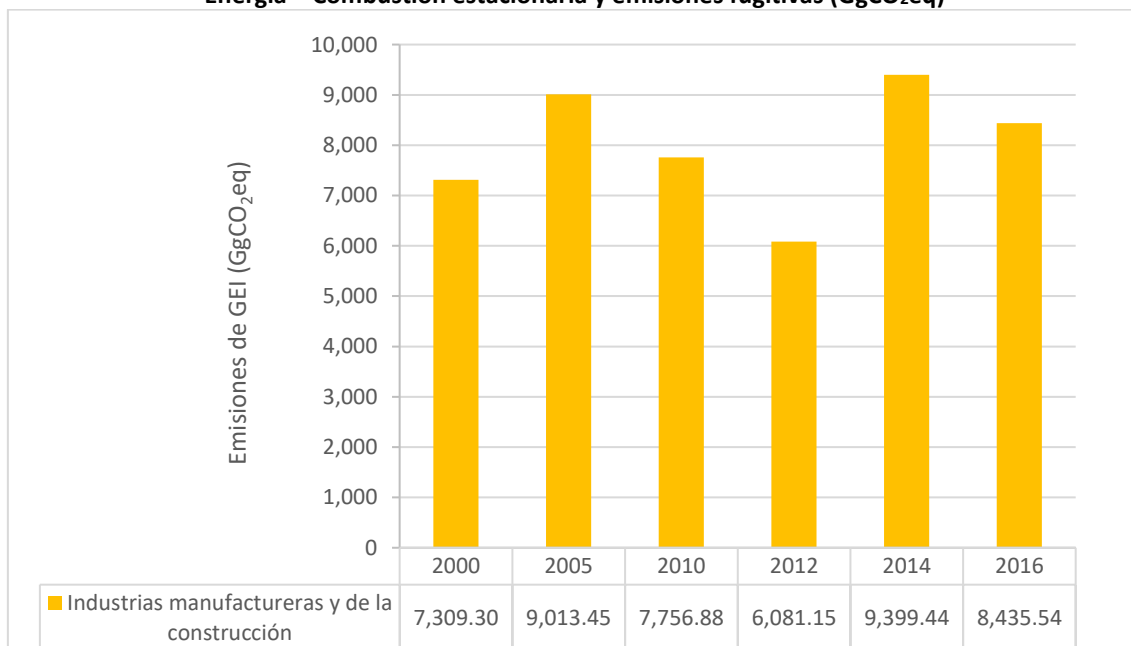


Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Para el año 2016, las emisiones generadas por las Industrias manufactureras y de la construcción fueron de 8,386.47 GgCO₂, 0.75 GgCH₄ y 0.11 GgN₂O, que equivalen a 8,435.54 GgCO₂eq representando el 22.74% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron un 10.25% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 15.41% respecto al año 2000. Como se aprecia en la siguiente figura, el comportamiento de las emisiones es irregular a lo largo de la serie temporal.

Figura 35. Evolución de emisiones de GEI de la industria manufacturera y de la construcción, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)

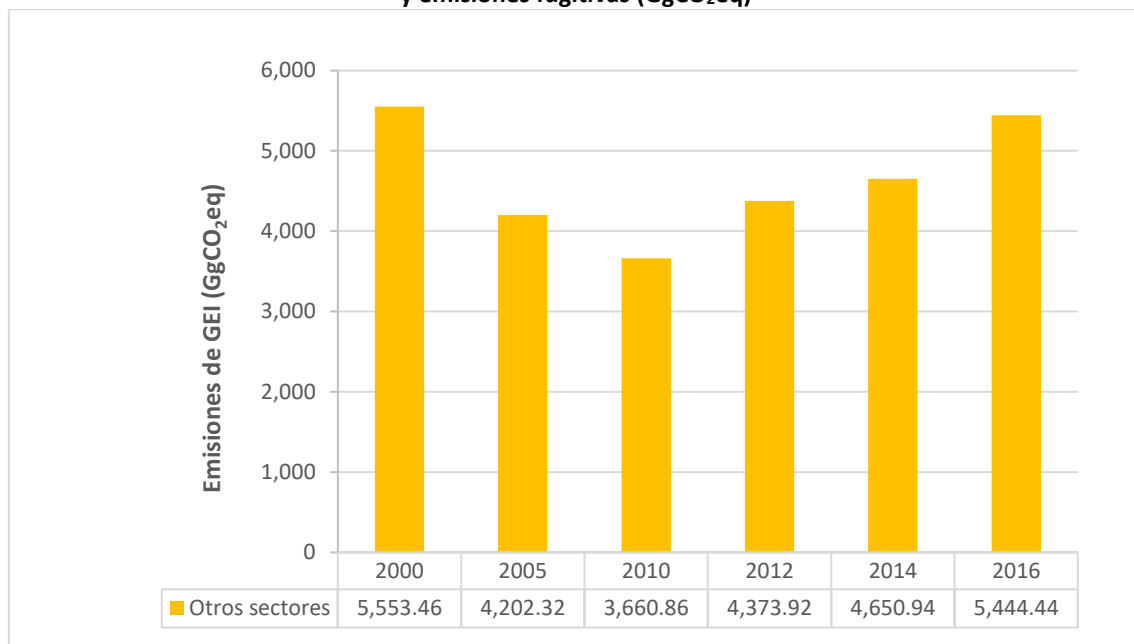


Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Sobre las emisiones de GEI generadas por otros sectores, en el año 2016 fueron de 4,820.82 GgCO₂, 27.41 GgCH₄ y 0.15 GgN₂O, que equivalen a 5,444.44 GgCO₂eq representando el 14.68% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 17.06% respecto al 2014 y disminuyeron en un 1.96% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones, disminución en todos los años respecto al 2000, se debe a que pesar de que hubo una mayor demanda energética, se consumieron combustibles menos contaminantes (gas natural o GLP) y se redujo el consumo de combustibles que generan mayores emisiones (carbón, diésel y petróleo industrial).

Figura 36. Evolución de emisiones de GEI de otros sectores, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.7. Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles

Las emisiones de GEI consideran las siguientes subcategorías:

- 1B1: Emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos
- 1B2: Emisiones fugitivas por producción de petróleo y gas natural

5.7.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

5.7.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 16. Datos nacionales empleados en la categoría emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustible

Clasificación				Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1				Energía						
	1B			Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles						
		1B1		Combustibles sólidos						
			1B1a	Minería carbonífera y manejo de carbón						
			1B1ai	Minas subterráneas						
			1B1ai1	Minería	Producción de carbón subterráneo	2016: Producción nacional de carbón (volumen), unidades originales.	Ton	Ministerio de Energía y Minas (2016). Anuario Minero – Perú 2016.	Con la producción nacional de carbón se estiman las emisiones de CH ₄ .	CH ₄
			1B1ai2	Emisiones de gas por grietas después de la extracción						
		1B2		Petróleo y gas natural						
			1B2a	Petróleo						
			1B2ai	Venteo	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Producción de Hidrocarburos líquidos por zonas geográficas 2016	Bls	Perupetro. Estadística Petrolera 2016.	Con la producción nacional de petróleo se estiman las emisiones de GEI al multiplicar por su respectivo factor de emisión	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
			1B2aii	Quema de antorcha						
			1B2aiii	Todos los demás						
			1B2aiii2	Producción y refinación	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Producción de Hidrocarburos líquidos por zonas geográficas 2016	Bls	Perupetro. Estadística Petrolera 2016.	Con la producción nacional de petróleo se estiman las emisiones de GEI	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		1B2b		Gas natural						
			1B2bi	Venteo	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Balance anual de gas natural al 2016	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016.	Para estimar las emisiones de GEI, la cantidad de gas natural venteado, se multiplica por el factor de emisión por venteo	CO ₂ , CH ₄

Clasificación					Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
					Venteo por transporte					Para estimar las emisiones de GEI por el procesamiento del gas natural se multiplica por el factor de emisión respectivo	CO ₂ , CH ₄ ,
				1B2bii	Quema de antorcha	Volumen de gas natural quemado	Balance anual de gas natural al 2016	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016.	Para estimar las emisiones de GEI, la cantidad de gas natural quemado se multiplica por el factor de emisión por quema en antorcha	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
				1B2biii	Todos los demás						
				1B2biii2	Producción	Volúmenes de gas natural producido	Balance anual de gas natural al 2016	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016. Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Para estimar las emisiones de GEI por la producción del gas natural se multiplica por el factor de emisión respectivo	CO ₂ , CH ₄
				1B2biii3	Procesamiento	Volúmenes de gas natural vendido	Balance anual de gas natural al 2016	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016. Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Para estimar las emisiones de GEI por el procesamiento del gas natural se multiplica por el factor de emisión respectivo	CO ₂ , CH ₄
				1B2biii4	Transmisión y almacenamiento	Volúmenes de gas natural comercializable	Balance anual de gas natural al 2016	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016. Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Para estimar las emisiones de GEI por el procesamiento del gas natural se multiplica por el factor de emisión respectivo	CO ₂ , CH ₄

Clasificación					Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
				1B2biii5	Distribución	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Usos del gas distribuido durante el 2016	10 ⁶ m ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2016. Ministerio de Energía y Minas (2016). Balance Nacional de Energía 2016.	Para estimar las emisiones de GEI por el procesamiento del gas natural se multiplica por el factor de emisión respectivo	CO ₂ , CH ₄ ,

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.7.3. Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión utilizados corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Los factores de emisión utilizados en la subcategoría emisiones fugitivas por combustibles sólidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17. Factor de emisión del metano de la minería subterránea del carbón

Etapa	CH ₄
	FE por defecto (m ³ /t)
Extracción	17.50
Post-extracción	2.45

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Los factores de emisión utilizados en la subcategoría emisiones fugitivas derivadas de la producción del petróleo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Factores de emisión promedio de la subcategoría emisiones fugitivas (Incluidos el venteo y la quema en antorcha)

Categoría	Subcategoría	Fuente de emisión	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Unidades de medida
			Valor	Valor	Valor	
Perforación de pozos	Todas	Quema en antorcha y venteo	2.97E-04	9.00E-04	-	Gg/10 ³ m ³ petróleo producido
Prueba de pozos	Todas	Quema en antorcha y venteo	4.51E-04	7.95E-02	5.84E-07	Gg/10 ³ m ³ petróleo producido
Servicios a los pozos	Todas	Quema en antorcha y venteo	9.55E-04	1.70E-05	-	Gg/10 ³ m ³ petróleo producido
Producción de petróleo	Total ponderado por defecto	Fugitivas	1.96E-02	2.49E-03	-	Gg/10 ³ m ³ petróleo producido

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Los factores de emisión utilizados en la subcategoría emisiones fugitivas derivadas de la producción del gas natural fueron los siguientes:

Tabla 19. Factores de emisión para las emisiones fugitivas (Incluidos el venteo y la quema en antorcha)

Categoría	Subcategoría	Fuente de emisión	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Unidades de medida
			Valor	Valor	Valor	
Venteo por transporte		Fugitivas	3.92E-04	5.20E-06	-	Gg/10 ⁶ m ³ de gas comercializable
Quema en antorcha del gas natural		Quema real declarada	1.20E-02	2.00E+00	2.30E-05	Gg/Gg/10 ⁶ m ³ de gas quemado en antorcha
Producción		Fugitivas	1.20E-02	9.70E-05	0	Gg/10 ⁶ m ³ de producción de gas
Procesamiento del gas	Plantas de gas dulce	Fugitivas	7.90E-04	2.50E-04	0	Gg/10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
		Quema en antorcha	1.40E-06	2.15E-03	2.95E-08	Gg/10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
	Transmisión	Fugitivas	6.33E-04	1.44E-06	-	Gg/10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo

Categoría	Subcategoría	Fuente de emisión	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Unidades de medida
			Valor	Valor	Valor	
Transmisión y almacenamiento del gas	Almacenamiento	Todas	4.15E-05	1.85E-07	-	Gg/10 ⁶ m ³ de ventas de servicios
Distribución del gas	Todas	Todas	1.80E-03	9.55E-05	-	Gg/10 ⁶ m ³ de ventas de servicios

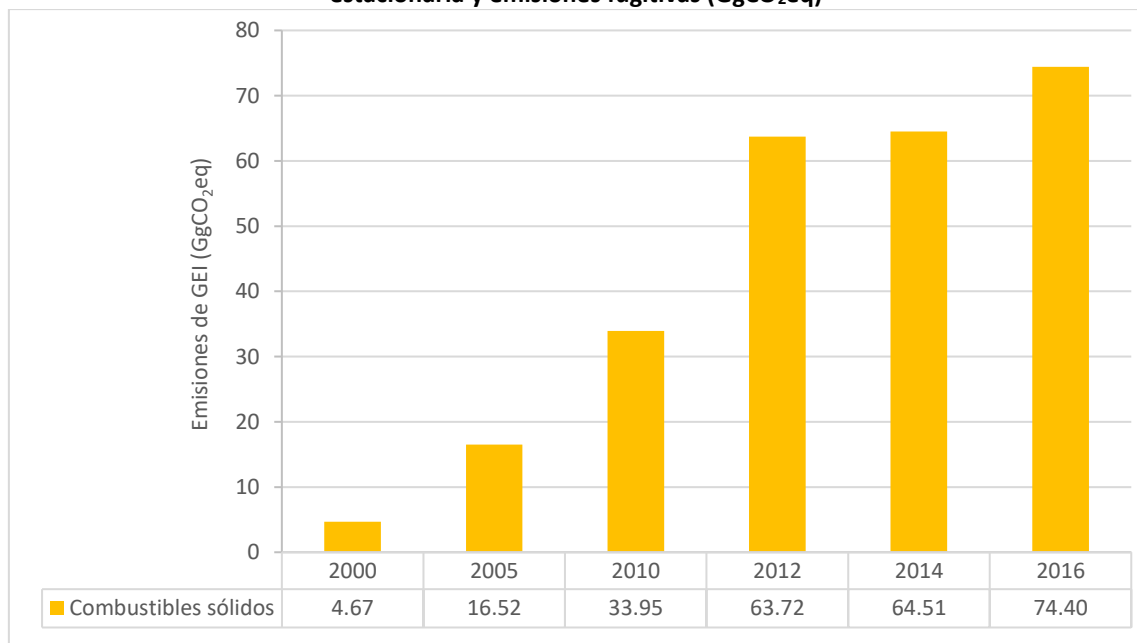
Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.7.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por los combustibles sólidos alcanzaron el valor 3.54 GgCH₄ que equivalen a 74.40 GgCO₂eq representando el 0.20% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 15.32% respecto al año 2014 y en un 1,494.25% respecto al año 2000.

Figura 37. Evolución de emisiones de GEI de combustibles sólidos, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)

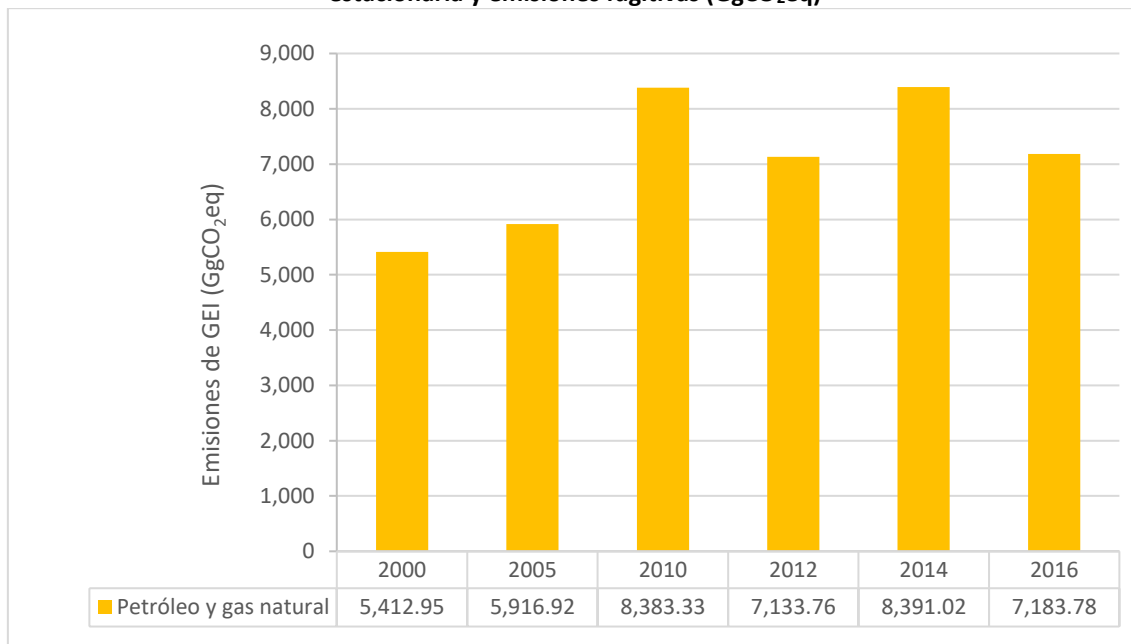


Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Sobre las emisiones fugitivas generadas por la producción del Petróleo y Gas Natural (1B2) cuyas emisiones de GEI alcanzaron el valor de 369.71 GgCO₂ y 324.43 GgCH₄ que equivalen a 7,183.78 GgCO₂eq representando el 19.37% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 14.39% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 32.71% respecto al año 2000.

Figura 38. Evolución de emisiones de GEI del petróleo y gas natural, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq)



Fuente: DGEE-MINEM, 2020

5.8. Método de Referencia

El IPCC recomienda desarrollar, para el sector Energía, un método adicional de cálculo de las emisiones de GEI para fines comparativos con los cálculos realizados según el método sectorial. Este se denomina el método de referencia, el cual tiene un enfoque *top-down* que consiste en el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría de actividades de quema de combustibles (1A) a través de un balance de los combustibles que se consumen en el país (considerando la producción, importación y exportación), así como el carbono excluido y oxidado.

5.8.1 Método de cálculo

En base a las indicaciones que da las Directrices del IPCC de 2006 se procedieron a realizar los cálculos respectivos para el año 2016.

5.8.2 Datos de actividad

Para los cálculos correspondientes se empleó la siguiente información:

- Cantidades de combustibles primarios producidos (no se incluye la producción de combustibles secundarios ni los productos del combustible);
- Cantidades de combustibles primarios y secundarios importados; y
- Cantidades de combustibles primarios y secundarios exportados.

5.8.3 Análisis comparativo entre el Método de Referencia y el Método por Sectores

En la siguiente tabla se presenta la comparación de los resultados obtenidos a partir del método de referencia y los resultados obtenidos con el método por sectores.

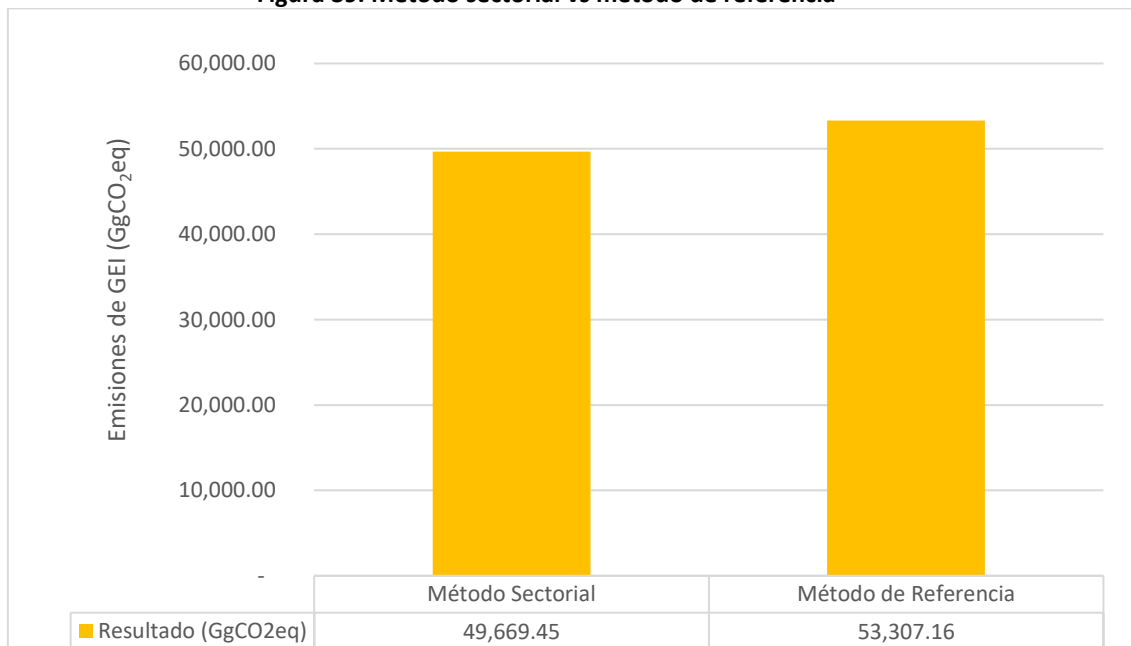
Tabla 20. Comparación de emisiones de GEI entre métodos del IPCC

Método		Quema de combustible	Total
Método Sectorial	Sector Energía - Combustión estacionaria	29,117.91	49,669.45
	Sector Energía - Combustión móvil	20,551.55	
Método de Referencia		53,307.16	53,307.16
Variación porcentual (%)			7.32%

Fuente: DGEE-MINEM, 2020; DGAAM-MTC, 2020

En la siguiente figura se puede apreciar los resultados obtenidos a partir de ambos métodos.

Figura 39. Método sectorial vs método de referencia



Fuente: DGEE-MINEM, 2020; DGAAM-MTC, 2020

Como se puede apreciar en la tabla y figura anterior, la diferencia entre ambos métodos es de 7.32%, valor que supera ligeramente lo señalado por el IPCC ($\pm 5\%$).

Es importante señalar que esta diferencia estaría atribuida al empleo de diferentes fuentes de información para la elaboración del RAGEI del sector Energía – Combustión móvil (datos de OSINERGMIN) y el RAGEI del sector Energía – Combustión estacionaria (datos del Balance Nacional de Energía).

Se espera, en el corto plazo, en conjunto con el Ministerio de Energía y Minas, contar con asistencia técnica para aplicar adecuadamente el método de referencia y generar información detallada que facilite la aplicación del mismo.

6. RESULTADO DEL SECTOR ENERGÍA - COMBUSTIÓN MÓVIL

El sector Energía - Combustión Móvil aborda las emisiones de GEI generadas por la quema de diversos tipos de combustible en las fuentes móviles. Estas emisiones se estiman en base a la actividad principal que las genera, es decir, el transporte. Dentro de la categoría Transporte (1A3), el presente informe incluye las emisiones derivadas de:

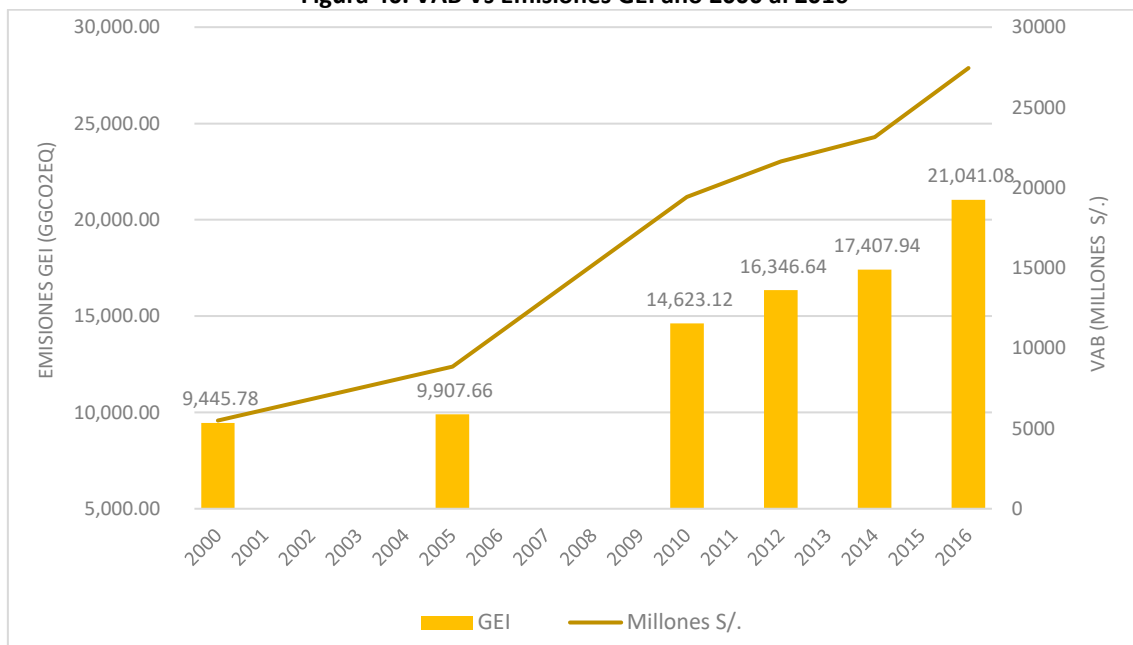
- 1A3a Aviación civil
- 1A3b Transporte terrestre
- 1A3c Ferrocarriles
- 1A3d Navegación marítima y fluvial
- 1A3e Otro tipo de transporte

6.1. Análisis de la situación sectorial

Las variables que influyen en el comportamiento del sector son principalmente, el Valor Agregado Bruto (VAB), el crecimiento de parque de transporte y la venta/consumo de combustibles.

Respecto al VAB, el crecimiento del mismo está asociado al crecimiento poblacional que a su vez genera un aumento en la demanda del transporte y por ende un aumento del consumo de combustible, lo cual repercute en las emisiones de GEI. En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento del VAB y su relación con las emisiones de GEI a lo largo del tiempo.

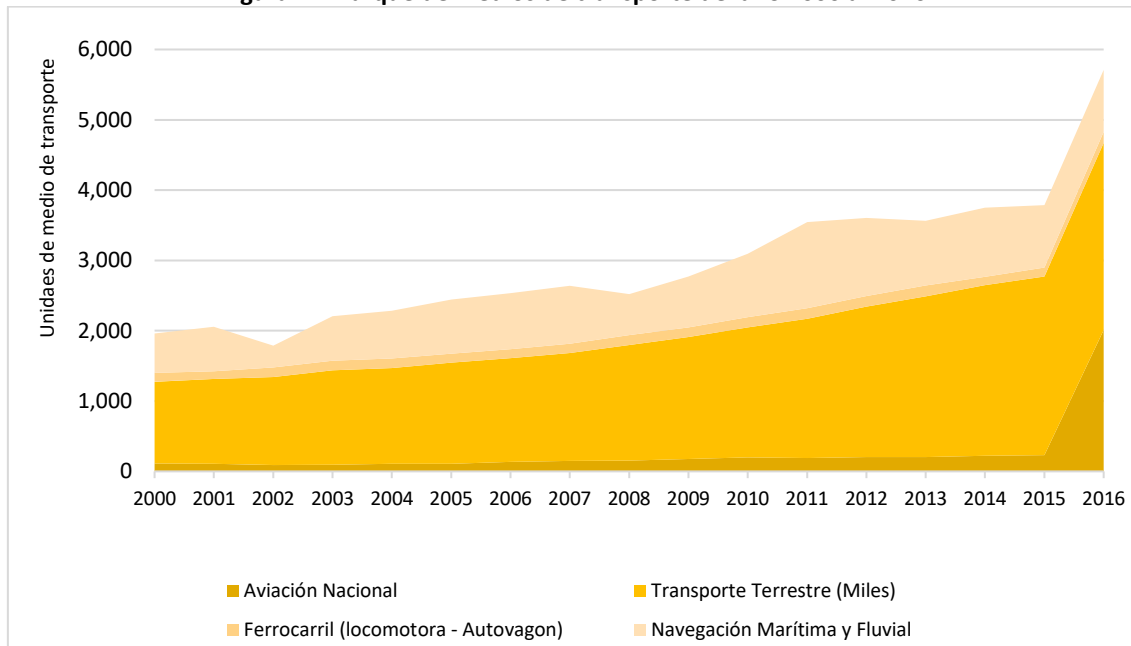
Figura 40. VAB Vs Emisiones GEI año 2000 al 2016



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

En lo referente al parque de los medios de transporte, de la siguiente figura se aprecia que el número de unidades de los vehículos tiene un crecimiento sostenido en el periodo analizado debido principalmente a la demanda poblacional. Asimismo, se evidencia que el transporte terrestre es el principal medio de transporte del país.

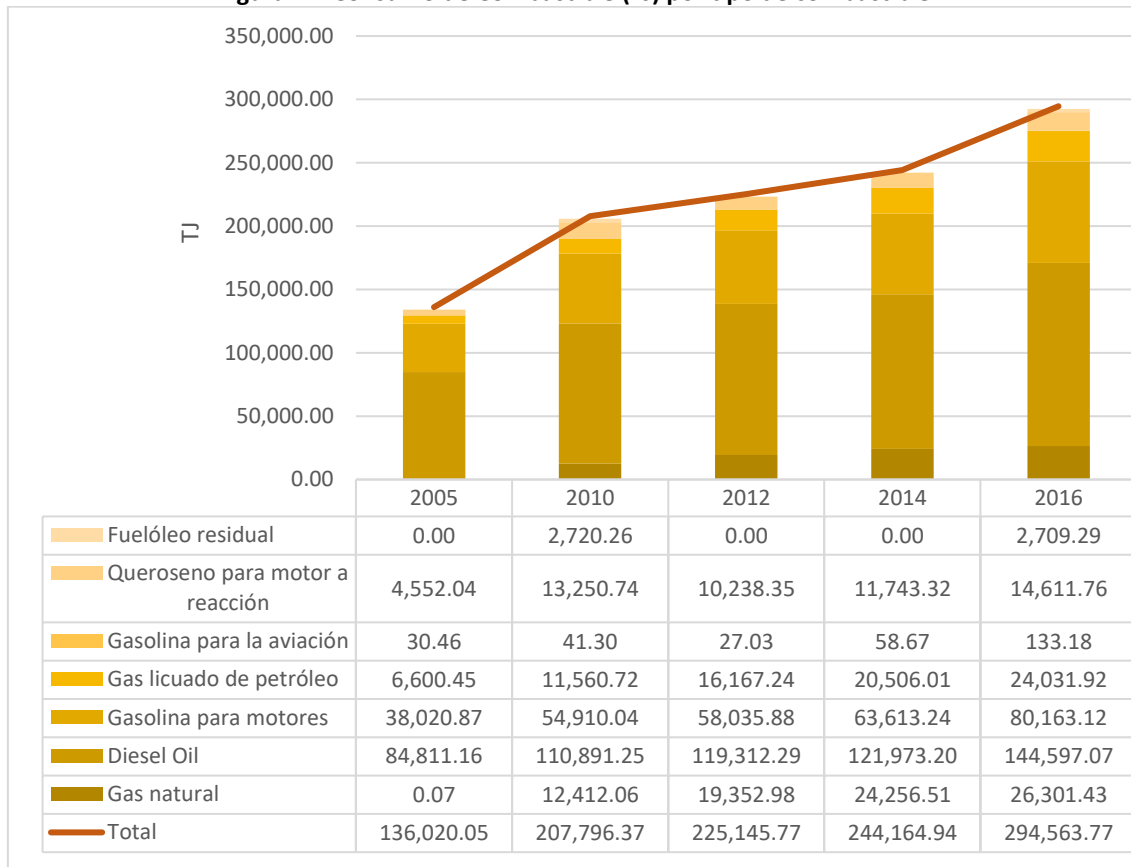
Figura 41. Parque de medios de transporte del año 2000 al 2016



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Respecto al consumo de combustible, en los últimos cinco años el Diésel ha tenido la mayor demanda a pesar de venir disminuyendo su participación en el tiempo. En el año 2005, la participación del Diésel fue de 62.35%, mientras que para el 2016 representó el 49.09%. Asimismo, el Gas Natural, ha venido ganando participación, pasando de un 0.0001% en el 2005 a un 8.93% en el año 2016.

Figura 42. Consumo de Combustible (TJ) por tipo de combustible



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

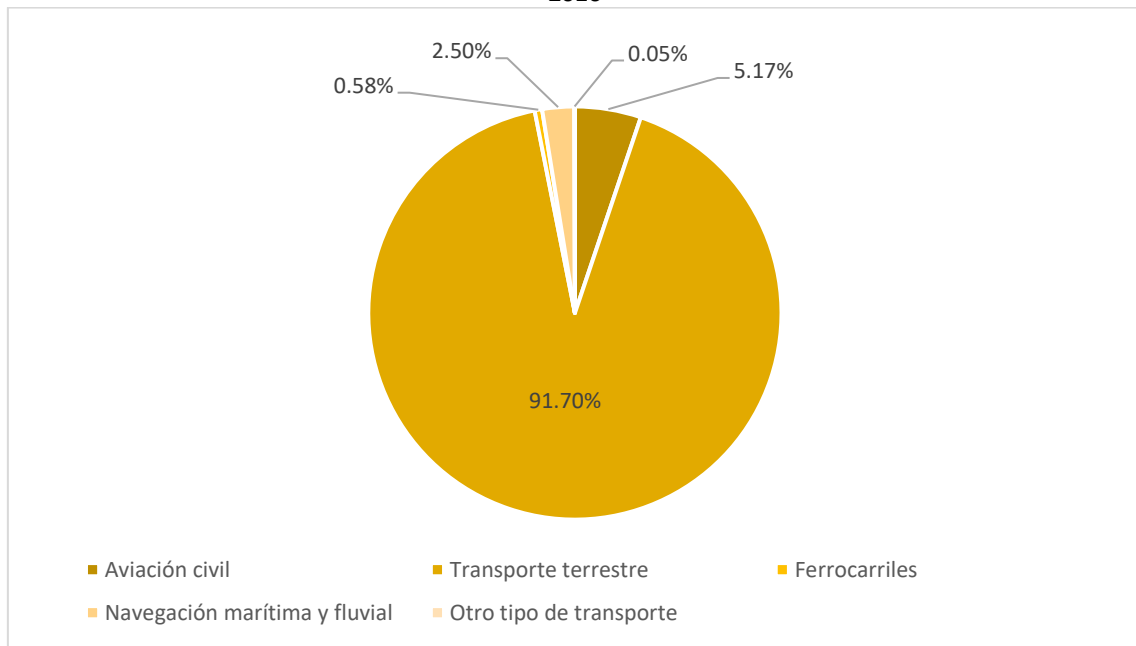
6.2. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI de este sector incluyen las subcategorías de i) aviación civil (1A3a), ii) transporte terrestre (1A3b), iii) ferrocarriles (1A3b), iv) navegación marítima y fluvial (1A3d), v) otro tipo de transporte (1A3e). Las emisiones generadas por el transporte internacional (aéreo y marítimo) son reportadas en capítulo 11 – Elementos Recordatorios mientras que las emisiones derivadas de los biocombustibles son reportadas en el capítulo 12 - Emisiones Informativas.

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 21,041.94 GgCO₂eq, representando el 10.25% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la subcategoría Transporte Terrestre con 19,294.71 GgCO₂eq, que representa el 91.70% de las emisiones del sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es Aviación civil con 1,088.59 GgCO₂eq, que representa el 5.17% del sector. El resto de las subcategorías en su conjunto contribuyen con el 3.13%.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategoría.

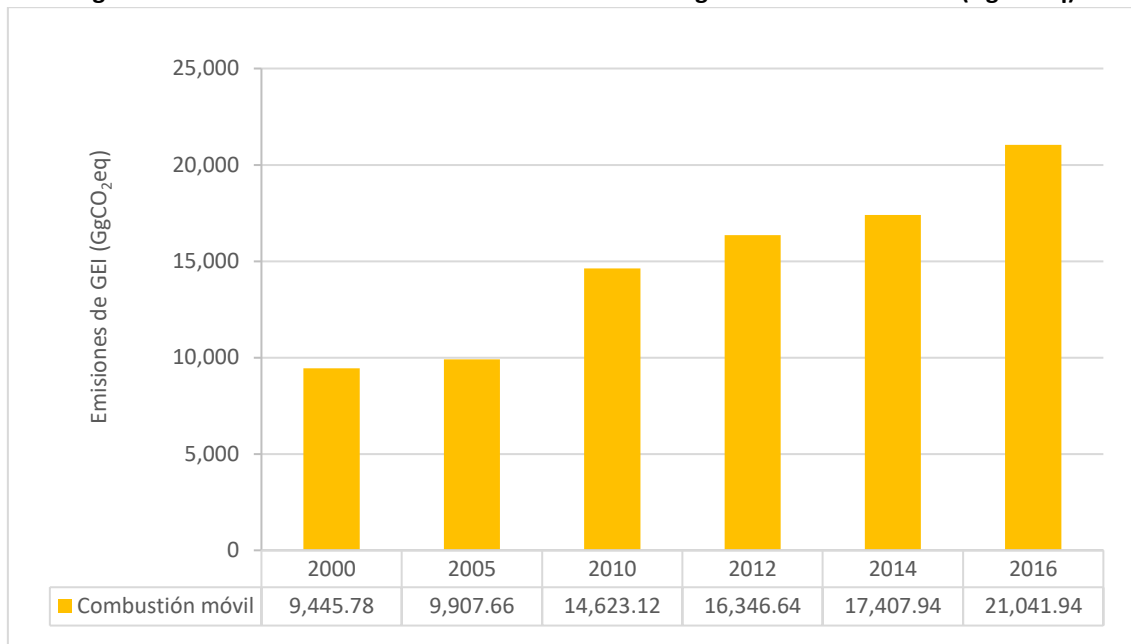
Figura 43. Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Energía - Combustión móvil, 2016



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 20.88% respecto al año 2014 y en un 122.77% respecto al año 2000. El crecimiento de las emisiones sigue la misma tendencia del consumo de energía en el sector.

Figura 44. Evolución de emisiones de GEI del sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Las emisiones de GEI de los bunkers internacionales procedentes de la aviación internacional (1A3ai), y la navegación internacional (1A3di) se reportan como elementos recordatorios en el capítulo 11. Asimismo, las emisiones de GEI generadas por la combustión de la biomasa y biocombustibles o emisiones informativas se reportan en el capítulo 12.

Las tablas de reporte sectorial correspondientes al sector Energía, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1.2.

6.3. Actualización de la serie temporal

Las estimaciones incorporan mejoras con impacto directo en la magnitud de las emisiones de los años 2005, 2010, 2012 y 2014.

En el caso del año 2000, se han aplicado algunas técnicas de empalme de las Directrices del IPCC para actualizar los valores de dicho año, por ejemplo, para aviación nacional y otro tipo de transporte se aplicó el método de extrapolación mientras que para Ferroviario se aplicó el método sustituto.

La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

En la siguiente tabla y figura, se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 21. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión móvil (GgCO₂eq)

Categorías		2000			2005			2010			2012			2014			2016
		O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
1A3a	Aviación civil	481.21	112.04	-76.72%	369.50	369.50	0.00%	670.55	708.48	5.66%	762.24	795.00	4.30%	799.70	902.17	12.81%	1,088.59
1A3b	Transporte terrestre	9105.25	9,108.45	0.04%	10,061.31	9,244.53	-8.12%	13,616.59	13,358.60	-1.89%	14,962.27	14,984.75	0.15%	16,139.48	16,151.58	0.07%	19,294.71
1A3c	Ferrocarriles	73.3	56.32	-23.17%	75.09	61.45	-18.16%	101.01	110.88	9.77%	93.05	97.42	4.69%	76.65	89.68	16.99%	122.99
1A3d	Navegación marítima y fluvial	168.79	168.79	0.00%	231.86	231.86	0.00%	449.42	444.63	-1.07%	462.71	468.87	1.33%	246.40	256.37	4.05%	525.35
1A3e	Otro tipo de transporte	0.18	0.19	4.62%	0.14	0.32	127.83%	0.15	0.53	255.46%	0.16	0.60	272.66%	7.49	8.14	8.67%	10.31
TOTAL		9,828.73	9,445.78	-3.90%	10,737.90	9907.66	-7.73%	14,837.72	14,623.12	-1.45%	16,280.43	16,346.64	0.41%	17,269.72	17,407.94	0.80%	21,041.94

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

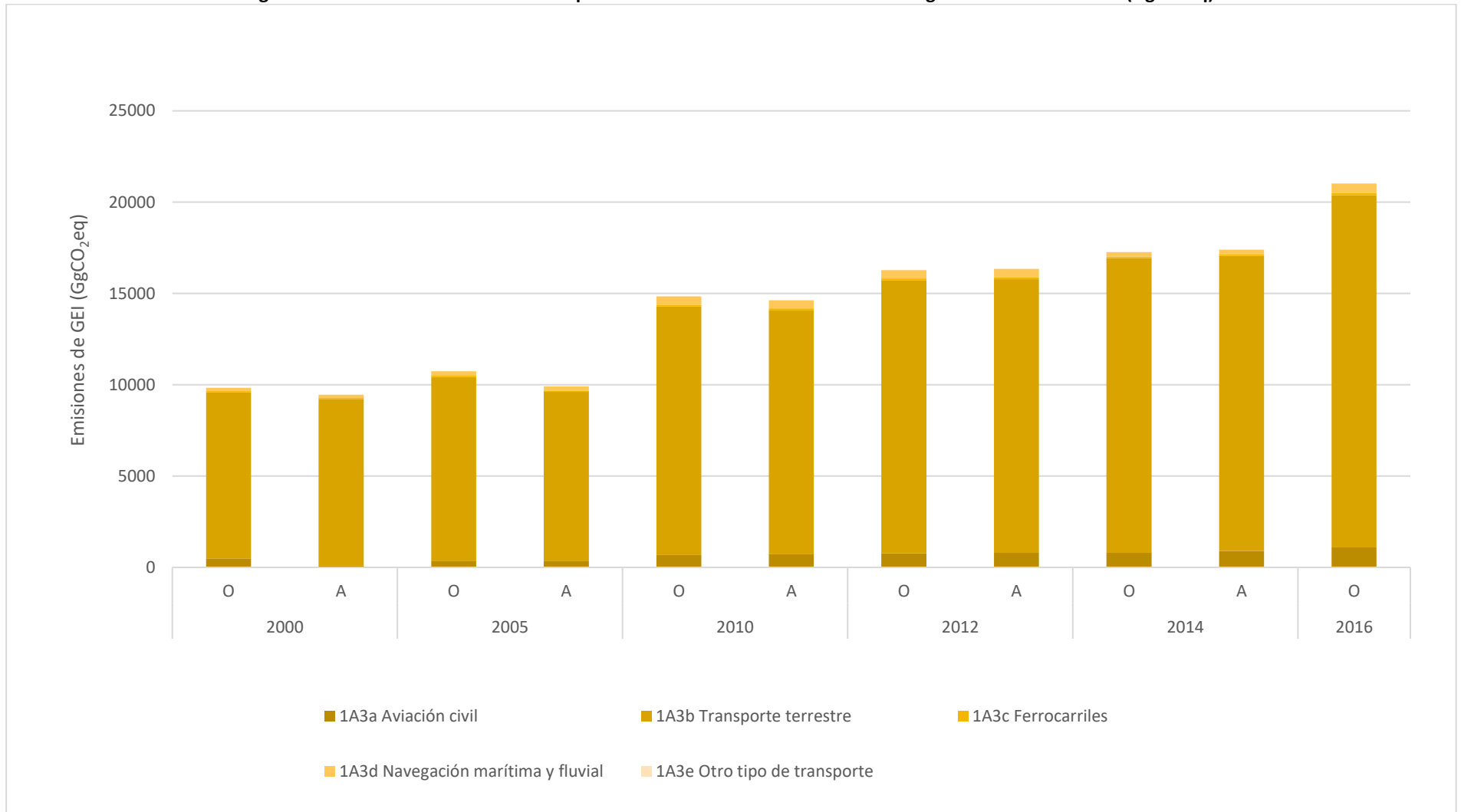
Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Como se aprecia en la tabla anterior, las emisiones totales de los años 2000, 2005 y 2010 disminuyeron en un 3.90%, 7.73% y 1.45% respectivamente con respecto a los valores originales. En los años 2012 y 2014, la variación es insignificante.

En general, las variaciones a nivel de subcategorías se deben principalmente a mejoras en la información de los datos de actividad de las diversas fuentes de emisión, salvo para el caso del año 2000, donde se han aplicado algunas técnicas de empalme de las Directrices del IPCC para actualizar los valores, por ejemplo, para aviación nacional y otro tipo de transporte se aplicó el método de extrapolación mientras que para Ferroviario se aplicó el método sustituto.

En la siguiente figura se aprecia, las variaciones de las emisiones de GEI actualizadas respecto a los valores originales.

Figura 45. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.4. Control de calidad sectorial y garantía de calidad sectorial

6.4.1. Control de calidad

En este subcapítulo se presentan algunos de los procedimientos de control de calidad realizados siguiendo las orientaciones de las Directrices del IPCC de 2006, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 22. Procedimientos de control de calidad específicos

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente.	Se verificó que los datos de actividad, los factores de emisión y otros parámetros (factores de conversión) han sido registrados y archivados correctamente.
Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos.	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas se apliquen consistentemente en la planilla de cálculo. Algunos errores fueron identificados y resueltos en pleno proceso de cálculo.
Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/remoción.	Se compararon resultados obtenidos en distintas fuentes de emisión de GEI que requieren del mismo factor de emisión o conversión de manera que se aseguró la coherencia de los mismos.
Controlar que los datos de emisiones y remociones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes.	Se ha asegurado que los resultados obtenidos por primera vez han agrupado de forma correcta hasta los resultados finales.
Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Se verificaron los cálculos realizados a través de una revisión minuciosa a los cálculos realizados.
Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Se compararon los resultados de las emisiones de GEI según fuentes entre todos los inventarios desarrollados a manera de asegurar la coherencia entre dichos resultados.

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

La lista completa de los procedimientos específicos de control de calidad se encuentra detallada en el ANEXO V del presente informe.

6.4.2. Garantía de calidad

En este subcapítulo se presentan los principales hallazgos identificados por la US EPA a partir de la revisión del INGEI 2014 - sector Energía - Combustión Móvil.

En la siguiente tabla se presentan los principales hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector.

Tabla 23. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Energía – Combustión Móvil

Categoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
1A Quema de combustibles – Combustión móvil		
Transparencia	Perú debería reagrupar la información sobre composición de la flota vehicular y presentarlo acorde al sector.	Se ha considerado un mejor orden en la presentación de los datos de la flota vehicular 2016 (ver hoja IP 1A3b, en libro de Excel).
Coherencia de la serie temporal	No hay suficientes datos (datos de transporte modal) de actividad para asegurar la coherencia de la serie temporal completa. Perú debería concentrarse en mejorar las series temporales de datos de actividad más recientes, así como debería asegurar la exactitud y exhaustividad.	Se ha reforzado la información para algunas fuentes en las subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ferrocarriles ▪ Navegación marítima y fluvial nacional, y ▪ Otro tipo de transporte Además, se han realizado tres talleres, a los actores involucrados, con el propósito de fortalecer capacidades en ellos y empezar a trazar una hoja de ruta. Esta tendrá como objetivo principal, mejorar la recopilación y procedimientos de control de la información necesaria para el desarrollo del RAGEI.
Exactitud	Los Niveles en cálculos metodológicos utilizados varían entre Nivel 1 a Nivel 3; el Nivel 1 es el más usado y Nivel 3 se utiliza para aviación civil. Los métodos Nivel 1 ayudan a suministrar estimados precisos de las emisiones GEI. Ante ello se sugiere: <ul style="list-style-type: none"> - Prestar una atención en especial en la calidad de los datos de actividad utilizados en el inventario. - Utilizar ecuaciones de mayores niveles para categorías principales. 	Con la información disponible actual, no es posible realizar el cálculo con nivel mayor al 1. Sin embargo, producto de los talleres realizados, se han cimentado las bases para la creación de un grupo de trabajo y la hoja de ruta del RAGEI.
Exhaustividad	Es probable que los vehículos para actividades agrícolas y minería (flota todo terreno) no hayan sido incluidos en el inventario. Perú debe intentar estimar las emisiones derivadas de estas actividades vehiculares. Las emisiones van a ser una pequeña fracción del total, por lo que Perú debería hacer un balance sobre la necesidad de obtener estos datos de actividad sobre otras prioridades del inventario.	Las emisiones por este tipo de vehículos no se incluyen para evitar doble conteo en la categoría 1A: Quema de combustibles, puesto que estas fuentes están incluidas en las subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1A4c: Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, y ▪ 1A4cii: Vehículos todo terreno y otra maquinaria. Estas son estimadas a través de cálculos con el Balance Nacional de Energía (BNE), desarrollado por el MINEM. De momento no es posible separar el combustible, en fuentes fijas y móviles, en el BNE; sin embargo –aunque representan solo una pequeña fracción–, se contempla la posibilidad de estimar estos consumos de manera separada en próximos RAGEI.

Categoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
1A Quema de combustibles – Combustión móvil		
	El inventario está en gran medida completo. Se requiere aún trabajar en realizar algunas estimaciones.	Parte de las actividades realizadas en el RAGEI 2016, fueron identificar a los actores (entidades que manejan información necesaria) e involucrarlos en el proceso de cálculo del RAGEI. Se espera trazar una hoja de ruta y procedimientos vinculantes, para próximos desarrollos del RAGEI.
Exactitud	Las emisiones de transporte 1A3 están presentadas como 28.26 kt CO ₂ . El sector 1A de actividades de quema del combustible 30,334 kt CO ₂ . Las emisiones de transporte parecen ser muy pequeñas como una fracción del total. Perú podría confirmar que las emisiones de CO ₂ del sector transporte sean así de pequeñas.	Se revisará la consistencia de los resultados entre esta categoría y la de la categoría 1A de actividades de quema del combustible.
Comparabilidad	Las Directrices 2006 del IPCC han sido utilizadas. Los factores de emisión de Nivel 1 se utilizan casi de manera exclusiva.	Se están sentando las bases para mejorar la información y poder estimar las emisiones en nivel 2 y 3, en un mediano plazo.

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

La lista completa de hallazgos derivados del procedimiento de garantía de calidad, realizado por la US EPA, se encuentra detallada en el ANEXO VI.a del presente informe.

Asimismo, es preciso indicar que el RAGEI 2016 ha sido revisado por un equipo de expertos internacionales quienes han formulado hallazgos y recomendaciones de mejora, los mismos que serán implementados en el próximo RAGEI. Los procedimientos de garantía de la calidad se encuentran en el ANEXO VI.b del presente informe.

6.5. Plan de mejora

Durante el desarrollo del inventario se identificaron acciones que permitirán incrementar la exhaustividad y exactitud de la estimación de emisiones de GEI de la categoría y subcategorías descritas en este subcapítulo. Las principales acciones se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 24. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios

Categoría/ Subcategoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1A 1A3a	Se requiere que la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) defina e implemente una metodología de sistematización y control de calidad para estimar las distancias de origen-destino y los viajes	Mejorar la comparabilidad y coherencia temporal de las emisiones de la subcategoría de Aviación Civil (nacional).	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con la DGAC para su definición. El compilador del RAGEI, puede apoyar en esta actividad, ya que	Corto plazo

Categoría/ Subcategoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
	aerocomerciales a nivel nacional por tipo de nave, y que se aplique a toda la serie temporal.		esta información es necesaria para estimar las emisiones de CO ₂ con el Nivel 3A.	
1A3b	Realizar un estudio para determinar la estructura de participación de los combustibles y tipo de tecnología de los motores de los vehículos circulantes, según tipo. En el caso de los vehículos Bi y Dual determinar la participación de los combustibles GNV y GLP	Incrementar la exactitud y exhaustividad del cálculo de emisiones de la de la subcategoría de Transporte Terrestre.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se debe coordinar con las instituciones involucradas.	Mediano plazo
1A3c	Coordinar con el MINEM (entidad competente) para obtener, de forma continua, información sobre el consumo de combustible de las empresas ferroviarias: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Southern Perú Copper Corporation Sucursal del Perú ▪ Unión Andina de Cementos S.A.A ▪ Votorantim Metais-Cajamarca 	Incrementar la exactitud y exhaustividad del cálculo de emisiones de la subcategoría de los Ferrocarriles.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará su gestión con las instituciones involucradas. La información de consumo de combustible correspondería a los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.	Corto plazo
1A3d	Coordinar con la Autoridad Portuaria Nacional (APN) la incorporación de procedimientos de control de calidad durante la recopilación, procesamiento y sistematización de la información sobre consumo de combustible por tipo de embarcación.	Mejorar exhaustividad y exactitud de las emisiones de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con la APN para su definición.	Mediano plazo
1A3e	Estimar las emisiones de gases indirectos (NOX, CO, COVDM, SO ₂)	Incrementar la exhaustividad del cálculo de emisiones de la fuente de transporte todo terreno.	Aún no se ha iniciado esta acción, pero se coordinará con el MINAM aspectos metodológicos.	Mediano plazo

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

La lista completa de las acciones de mejoras se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

6.6. Aviación civil

Las emisiones procedentes de la aviación son resultado de la quema del combustible de reactores (queroseno y gasolina para motor a reacción) y de gasolina para aviación.

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, dato de actividad y factores de emisión y de conversión aplicados para la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Aviación Civil (1A3a).

6.6.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de los viajes aéreos comerciales es el Nivel 3A de las Directrices del IPCC de 2006. Y para el caso de los viajes aéreos especiales nacionales el método aplicado es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.6.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 25. Datos nacionales empleados en la subcategoría aviación

Clasificación	Fuente de emisión / sumidero	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1	Energía						
1A	Actividades de quema de Combustibles						
1A3	Transporte						
1A3a	Aviación Civil						
1A3a.ii	Aviación de cabotaje (Aviación Nacional)	Viajes especiales o turísticos: Consumo de gasolina para aviación	Demanda de Combustibles de Aviación (G100LL PV-PAA) año 2016	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – SCOP (s.f).	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i>) Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		Viajes aerocomerciales: Origen y Destino (OD) por tipo de aeronave	Viajes aerocomerciales a nivel nacional año 2016.	Cantidad de viajes OD Km	Ministerio de Transporte y Comunicaciones – DGAC (s.f).	A través de EMEP/CORINAIR se estima el consumo de combustible y las emisiones de CO ₂ . Las emisiones de CH ₄ y N ₂ O se estiman con los F.E proporcionados por las Directrices del IPCC de 2006.	

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.6.3. Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión empleados para esta subcategoría, a excepción del CO₂, corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. El factor de emisión de CO₂ utilizado es el que viene por defecto en la metodología de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EMEP/CORINAIR).

Tabla 26. Factores de emisión por defecto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasolina para aviación	70,000.00	0.50	2.00
Queroseno para motor reacción	71,500.00		

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, página 3.64

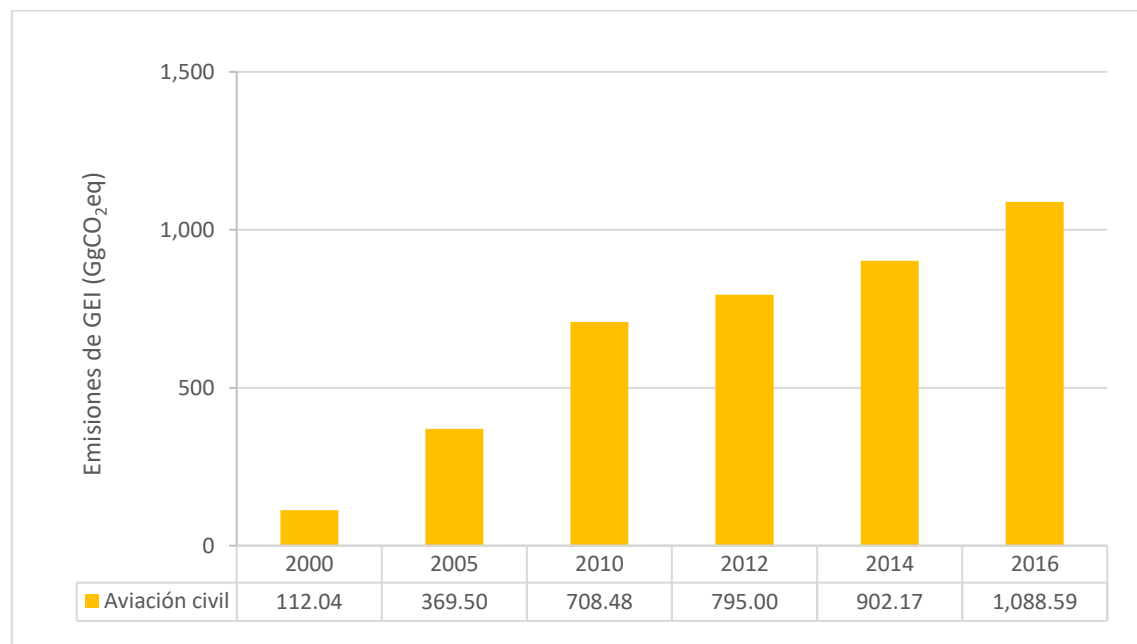
Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

6.6.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la aviación civil, específicamente aviación nacional, fueron de 1,079.29 GgCO₂, 0.01 GgCH₄ y 0.03 GgN₂O, que equivalen a un total de 1,088.59 GgCO₂eq representando el 5.17% del total de la categoría.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 20.66% respecto al año 2014 y en un 122.77% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones, es en promedio creciente debido principalmente al incremento del número de aeronaves (número de unidades de aviones) y al tráfico de pasajeros a nivel nacional.

Figura 46. Evolución de emisiones de GEI de la aviación nacional, sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.7. Transporte Terrestre

Las emisiones de GEI consideran las siguientes subcategorías: 1A3bi: Automóviles, 1A3bii: Camiones para servicio ligero, 1A3biii: Camiones para servicio pesado y autobuses y 1A3biv: Motocicletas.

6.7.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.7.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 27. Datos nacionales empleados en la subcategoría transporte terrestre

Clasificación	Fuente de emisión / sumidero	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1	Energía						
1A	Actividades de quema de Combustibles						
1A3	Transporte						
1A3b	Transporte Terrestre						
	1A3bi	Automóviles	*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir grifos flotantes * Venta total de GNV	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m ³)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería–SCOP (s.f). INFOGAS. Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m ³) anual. Recuperado de: Venta de m ³ de GNV a nivel nacional.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i>). Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible. El parque automotor circulante y registrado es información complementaria, para lograr	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		Combustible vendido (TJ)	*Parque Automotor circulante e inscritos de autos y <i>station wagon</i> .	Unidades de autos y <i>station wagon</i> .	MTC – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto (s.f). Parque Automotor circulante e inscritos.		
	1A3bii	Camiones para servicio ligero	*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes * Venta total de GNV	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m ³)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería–SCOP (s.f). INFOGAS. Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m ³) anual. Recuperado de: Venta de m ³ de GNV a nivel nacional.		
			Parque Automotor circulante e inscritos de camiones para servicio ligero	Unidades camionetas	MTC – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto (s.f). Parque Automotor circulante e inscritos.		

Clasificación		Fuente de emisión / sumidero	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
	1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses		*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m ³)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería–SCOP (s.f).	distribuir el consumo total de combustible para cada clase vehicular en circulación y por tipo de combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
				* Venta total de GNV		INFOGAS. Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m ³) anual. Recuperado de: Venta de m ³ de GNV a nivel nacional.		
				Parque Automotor circulante e inscritos de camiones para servicio pesado y autobuses	Unidades camiones de servicio pesado y ómnibus	MTC – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto (s.f). Parque Automotor circulante e inscritos.		
	1A3biv	Motocicletas		*Demanda de Establecimiento de venta al público de combustibles líquidos (EVP), sin incluir Grifos Flotantes	Unidades de masa o volumen (Miles de Barriles y m ³)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería–SCOP (s.f).		
				* Venta total de GNV		INFOGAS. Distribución consumo GNV por tipo de vehículo (m ³) anual. Recuperado de: Venta de m ³ de GNV a nivel nacional.		
				* Parque Automotor circulante e inscritos de motos	Unidades de motocicletas	MTC – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto (s.f). Parque Automotor circulante e inscritos.		

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.7.3. Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión utilizados corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 28. Factores de emisión por defecto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasolina para motores	69,300.00	33.00	3.20
Gas/Diésel Oil	74,100.00	3.90	3.90
Gas licuado de petróleo	63,100.00	62.00	0.20
Gas natural	56,126.00*	92.00	3.00
Bio-gasolina / Biodiesel	70,800.00	18.00	0.00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, página 1.25

*MINEM 2016. Cálculo del FE del GN 2014. Lima, Perú.

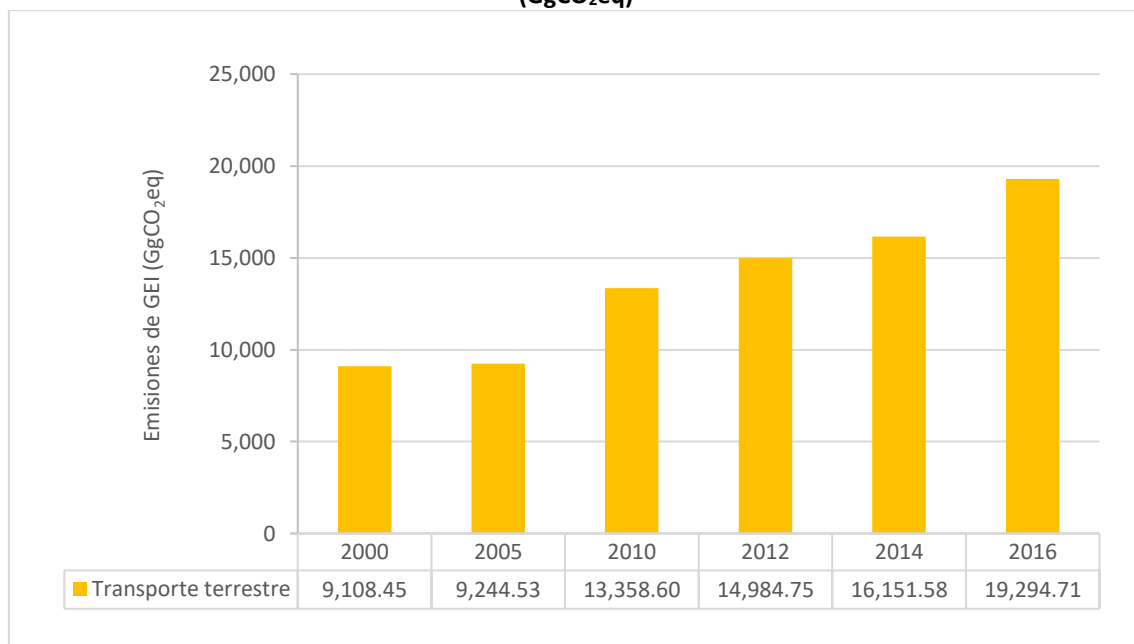
Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

6.7.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones generadas por el transporte terrestre fueron de 18,833.23 GgCO₂, 7.69 GgCH₄ y 0.97 GgN₂O, que equivalen a un total de 9,294.71 GgCO₂eq, representando el 91.70% del total de emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 19.46% respecto al año 2014 y en un 111.83% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones se debe principalmente al incremento del parque automotor el cual está directamente asociado al aumento de la demanda de los combustibles en los grifos.

Figura 47. Evolución de emisiones de GEI del transporte terrestre, sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.8. Ferrocarriles

Las emisiones de GEI son el resultado de la quema de combustible de todas las actividades de transporte ferroviario.

6.8.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.8.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 29. Datos nacionales empleados en la subcategoría ferrocarriles

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1		Energía					
1A		Actividades de quema de Combustibles					
1A3		Transporte					
	1A3c	Ferrocarriles	Tipo de combustible consumido (representado por el combustible vendido) (TJ)				
			Combustible consumido en las locomotoras de los ferrocarriles: - Huancayo – Huancavelica - Ferrocarril Central Andino - <i>Perurail</i> - Tacna Arica	Unidades de volumen (galones)	-Empresa operaria Ferrocarril Huancayo-Huancavelica -Empresa operaria Ferrocarril Central Andino -Empresa operaria Ferrocarril <i>Perurail</i> . -Empresa Operaria Ferrocarril Tacna –Arica.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
			Registro de ventas de combustible anual a INCA RAIL, Unión Andina y Votorantim.	Unidades de volumen (galones)	OSINERGMIN: Registro de ventas de combustible anual a INCA RAIL, Unión Andina y Votorantim	Estimación del consumo de combustible aplicando la fórmula de las Directrices del IPCC de 2006.	
			Parque de transporte ferroviario de Southern Perú y consumo de combustible promedio por día de un ferrocarril	Unidad de locomotoras y consumo de combustible promedio por día de un ferrocarril.	Parque de transporte ferroviario: MTC-Oficina General De Planeamiento y Presupuesto. Consumo de combustible promedio: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, capítulo 3, página 3.45.	Estimación del consumo de combustible aplicando la fórmula de las Directrices del IPCC de 2006.	
			Consumo de combustible de vehículos de mantenimiento del ferrocarril Huancayo-	Unidades de volumen (galones).	Ferrocarril Huancayo – Huancavelica: Comunicación electrónica del MTC.	Estimación del consumo de combustible aplicando	

Clasificación		Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
				Huancavelica y de la línea 1 - tren eléctrico		Línea 1 – tren eléctrico: Comunicación de GyM Ferrovías	la fórmula de las Directrices del IPCC de 2006.	

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.8.3. Factores de emisión y de conversión

Los factores de emisión, de los combustibles usados en los ferrocarriles son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, y se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 30. Factores de emisión por defecto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Diésel	74,100.00	4.15	28.60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, página 3.43, cuadro 3.4.1

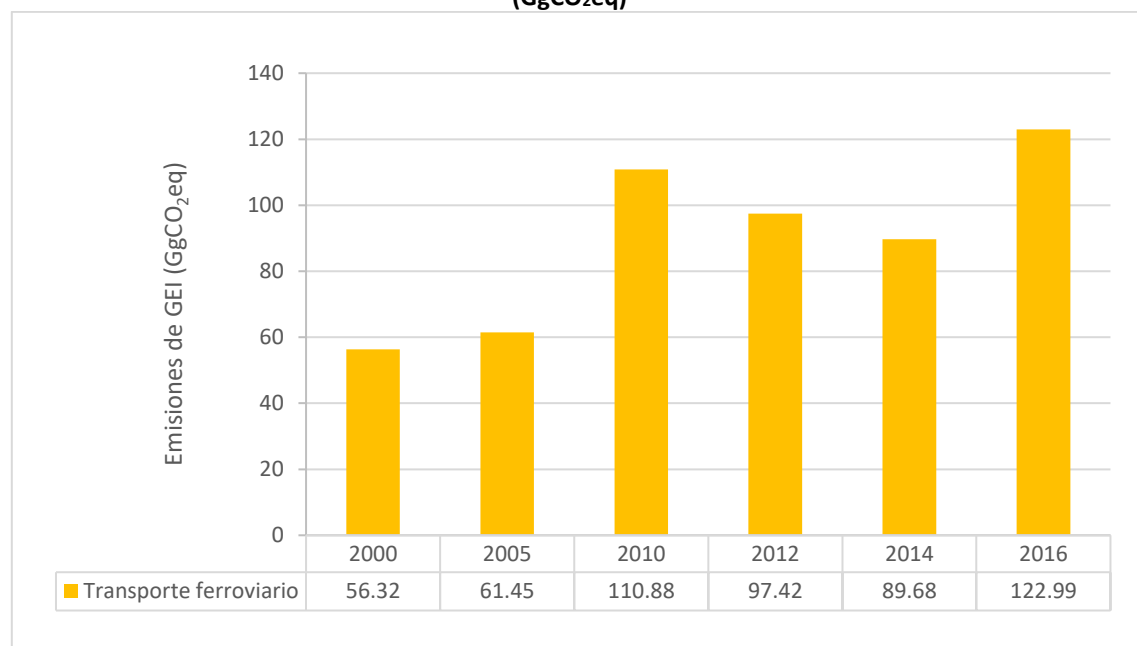
Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

6.8.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones de GEI generadas por los ferrocarriles fueron de 108.98 GgCO₂, 0.02 GgCH₄ y 0.04 GgN₂O, que equivalen a un total de 122.99 GgCO₂eq representando el 0.58% del total de la categoría.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 37.15% respecto al año 2014 y en un 118.39% respecto al año 2000.

Figura 48. Evolución de emisiones de GEI de los ferrocarriles, sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.9. Navegación marítima y fluvial

Las emisiones de GEI son el resultado de la quema y la evaporación de combustibles de todas las actividades de transporte marítimo y fluvial.

6.9.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.9.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 31. Datos nacionales empleados en la subcategoría navegación marítima y fluvial

Clasificación		Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	Gases de GEI generados
1		Energía						
	1A	Actividades de quema de Combustibles						
	1A3	Transporte						
	1A3d	Navegación marítima y fluvial						
	1A3di	Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	Combustible vendido (TJ)	Combustible usado por las naves marítimas.	Unidades de masa o volumen (toneladas métricas)	APN (s.f)	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i>)	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional		Combustible usado por las naves marítimas.	Unidades de masa o volumen (toneladas métricas)	APN (s.f)	Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	
				Demanda de Grifos Flotantes (GRFL)	Unidades de masa o volumen (Miles de barriles)	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin.		

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.9.3. Factores de emisión y de conversión

Los factores de emisión, de los combustibles usados en el transporte marítimo y fluvial, son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, y se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 32. Factores de emisión por defecto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasolina	69,300.00	7.00	2.00
Gas/Diésel	74,100.00	7.00	2.00
Fuelóleo residual	77,400.00	7.00	2.00
Transatlánticos	-	7.00	2.00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, página 3.50

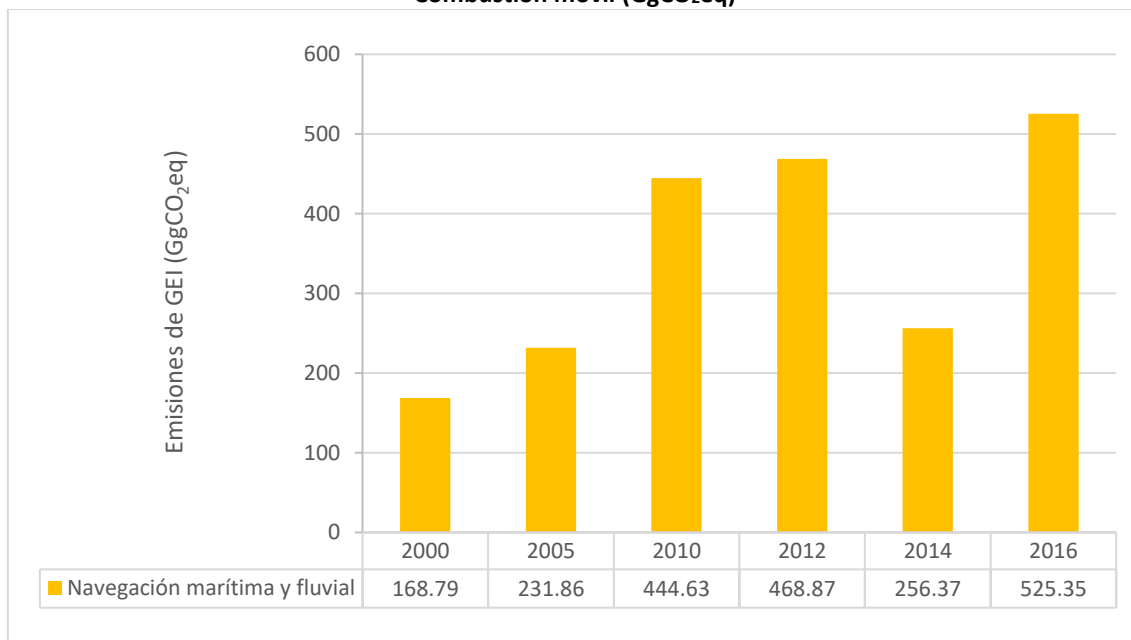
Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

6.9.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones de GEI generadas por el transporte marítimo y fluvial fueron de 519.96 GgCO₂, 0.05 GgCH₄ y 0.01 GgN₂O, que equivalen a un total de 525.35 GgCO₂eq, representando el 2.50% del total de emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 104.92% respecto al año 2014 y en un 211.25% respecto al año 2000.

Figura 49. Evolución de emisiones de GEI de la navegación marítima y fluvial, sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.10. Otro Tipo de Transporte: Transporte todo terreno

Las emisiones de GEI son el resultado de la quema de combustible del transporte todo terreno el cual considera a los vehículos móviles utilizados en el puerto marítimo de Callao y de los Aeropuertos del Perú.

6.10.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.10.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 33. Datos nacionales empleados en la subcategoría transporte todo terreno

Clasificación	Fuente de emisión / sumidero	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
1	Energía						
1A	Actividades de quema de Combustibles						
1A3	Transporte						
1A3e	Otro tipo de Transporte						
1A3eii	Todo terreno	Combustible consumido (TJ)	Consumo de combustible de los vehículos móviles del puerto marítimo callao y de los aeropuertos del Perú.	Unidades de masa o volumen (galones)	Consumo de combustible en vehículos internos de aeropuertos: AdP TALMA, CORPAC y LAP. APM Terminals. Consumo de combustible en vehículos internos de puerto marítimo.	Con el consumo de combustible se estiman las emisiones de GEI (método <i>top-down</i>). Los valores, en unidades de volumen o masa, deben ser convertidos a unidades de energía con el VCN (valor calórico neto) de cada combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

6.10.3. Factores de emisión y de conversión

Los factores de emisión utilizados corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 34. Factores de emisión por defecto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasolina para motores	69,300.00	33.00	3.200
Gas/Diésel Oil	74,100.00	3.90	3.90
Gas licuado de petróleo	63,100.00	62.00	0.20
Gas natural vehicular	56,126.00	92.00	3.00
Biogasolina / Biodiesel	70,800.00	18.00	0.60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 2, página 1.25

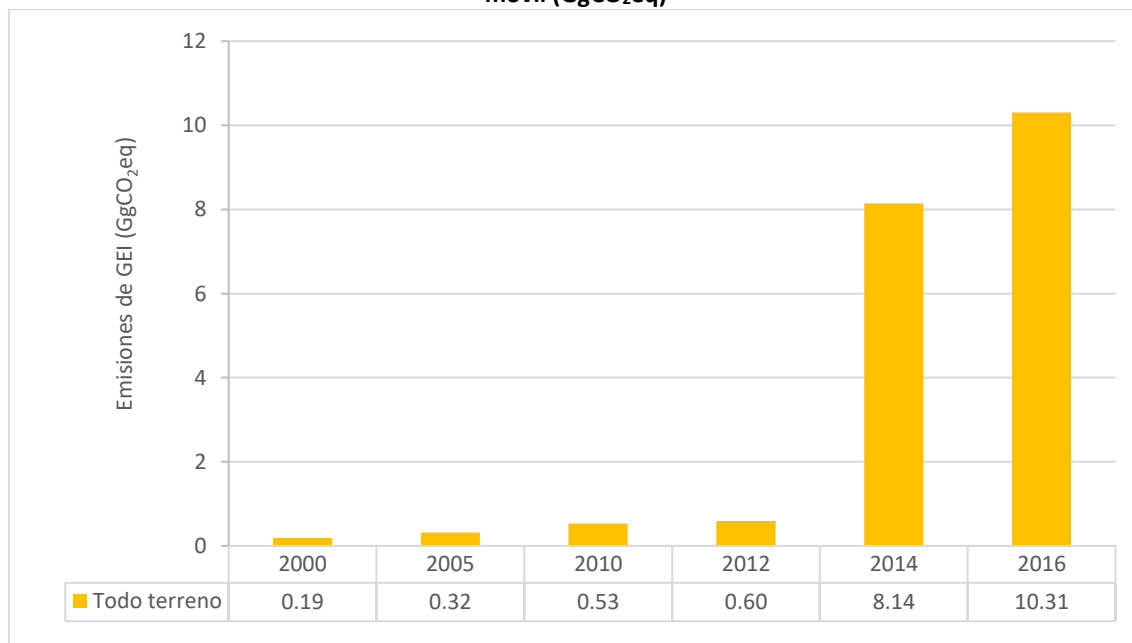
Dado que los factores de emisión de GEI utilizados en los cálculos se encuentran en unidades de masa de CO₂, CH₄ y N₂O por unidades energéticas, se requiere convertir las unidades originales de los combustibles a unidades energéticas. Para ello, se utilizaron factores de conversión los cuales se muestran en detalle en el RAGEI respectivo.

6.10.4. Análisis de resultados

En el 2016, las emisiones de GEI generadas por el transporte todo terreno fue de 10.10 GgCO₂, 0.0041 GgCH₄ y 0.0004 GgN₂O, que equivalen a un total de 10.31 GgCO₂eq, representando 0.05% del total de emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 26.60% respecto al año 2014 y en un 5,371.95% respecto al año 2000. El incremento de las emisiones se debe principalmente a la mayor cantidad de información reportada por los puertos y aeropuertos.

Figura 50. Evolución de emisiones de GEI del transporte todo terreno, sector Energía – Combustión móvil (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM – MTC, 2020

7. RESULTADO DEL SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS

El sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) aborda las emisiones de GEI provocadas por los procesos industriales, el uso de GEI en algunos tipos de productos y por el uso no energético del carbono contenido en combustibles fósiles. El IPCC lo define como: "Emisiones de productos industriales y uso de productos, excluyendo los vinculados a la combustión de energía (extracción, procesamiento y transporte de combustibles (declaradas en 1B) y transporte, inyección y almacenamiento de CO₂ (declaradas en 1C)".

7.1. Análisis de la situación sectorial

La actividad manufacturera representa uno de los principales sectores con mayor participación en el PBI Nacional con un 13% incluso a pesar de que para el año 2016 el PBI de esta actividad presentó una disminución de 1.5% en relación al año 2015³⁵.

Los principales factores que afectan el desempeño de la producción manufacturera están relacionados con el comportamiento del sector externo, el comportamiento del sector interno y el comportamiento del sector construcción.

En relación al sector externo, la producción manufacturera se vio afectada por la expansión moderada de la economía global y la menor inversión privada que se registró en el país, lo cual se vio reflejado en una menor producción de las ramas vinculadas al mercado internacional. Sin embargo, también se dieron variaciones positivas en los casos de la producción de otros productos de madera, partes y piezas de carpintería y la fabricación de conservas, frutas y legumbres³⁶. En lo que respecta al sector interno, este presentó resultados variables para el año 2016, por un lado, se tuvo que el menor consumo interno afectó a actividades como la panadería y bebidas malteadas y de malta cuya producción disminuyó; mientras que, para el caso de impresiones, productos de molinería, productos farmacéuticos y medicinales, y bebidas gaseosas y aguas la variación fue positiva³⁷.

En el caso del sector construcción, su PBI disminuyó en 3.1% en relación al 2015, lo cual se debió principalmente al retraso en la ejecución de proyectos de infraestructura pública tanto a nivel local como regional. Esto guarda relación directa con el despacho nacional de cemento a nivel nacional, el cual registró una caída de 2.8%. De igual forma, el ligero avance en la inversión pública (0.6%), generó un menor gasto a nivel de gobiernos regionales y locales, lo que trajo como consecuencia una menor demanda de productos como estructuras metálicas, tanques y depósitos, y pinturas y barnices.

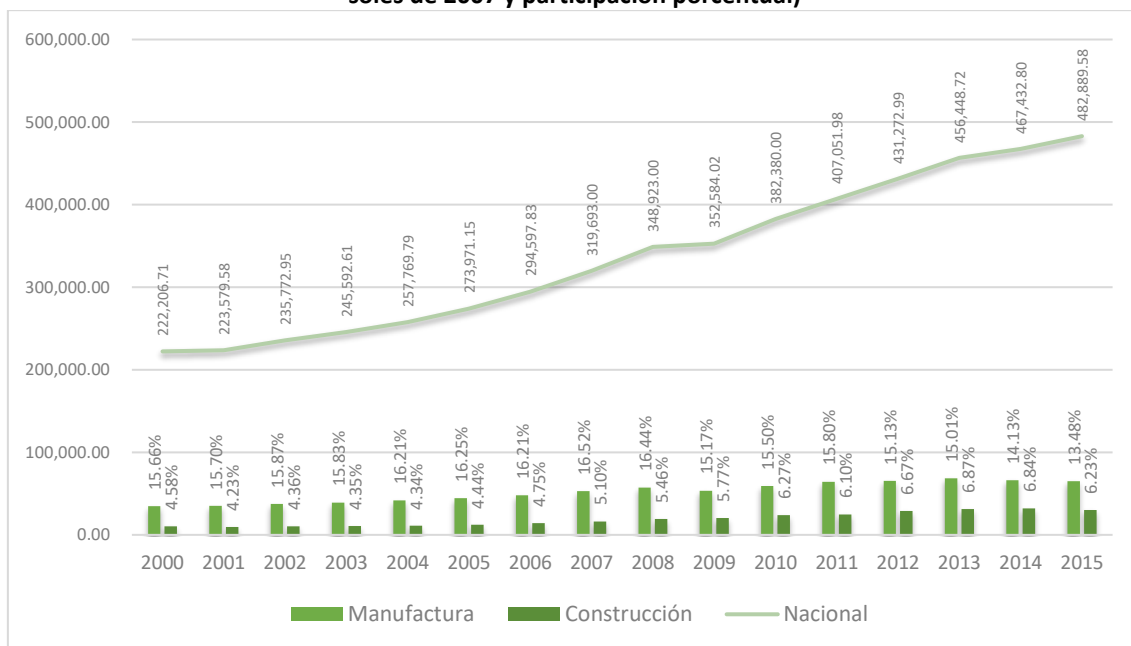
En la siguiente figura se presenta el comportamiento del PBI de los sectores manufactura y construcción.

³⁵ Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016 (PRODUCE, 2017).

³⁶ Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016 (PRODUCE, 2017).

³⁷ Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016 (PRODUCE, 2017).

Figura 51. Comportamiento PBI de los sectores económicos relevantes al sector PIUP (millones de soles de 2007 y participación porcentual)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.2. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI de este sector incluyen tres categorías y nueve subcategorías. La primera categoría es la industria de los minerales (2A), en ella se han estimado las emisiones de GEI de la producción de cemento (2A1), la producción de cal (2A2), la producción de vidrio y de otros usos de carbonatos (2A4)³⁸. La segunda categoría es la industria de química (2B), en la cual se incluye la producción de ácido nítrico (2B2) y la producción de ceniza de sosa (2B7). La tercera categoría es la industria de los metales (2C), donde se abordan las emisiones derivadas de la producción de hierro y acero (2C1), la producción de plomo (2C5) y la producción de zinc (2C6).

A diferencia de los inventarios anteriores, para este INGEI se considera que en el país no ocurren emisiones de GEI derivadas de la producción de amoníaco (2B1) ni de la producción de aluminio (2C3).

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector PIUP fueron de 5,822.37 GgCO₂eq, representando el 2.84% del total de emisiones a nivel nacional. La categoría Industria de los Minerales es la de mayor participación con 86.81%, dentro de esta categoría destaca la Producción de Cemento con 4,223.75 GgCO₂eq que representa el 83.57% de las emisiones de esta categoría y el 72.54% de las emisiones del sector.

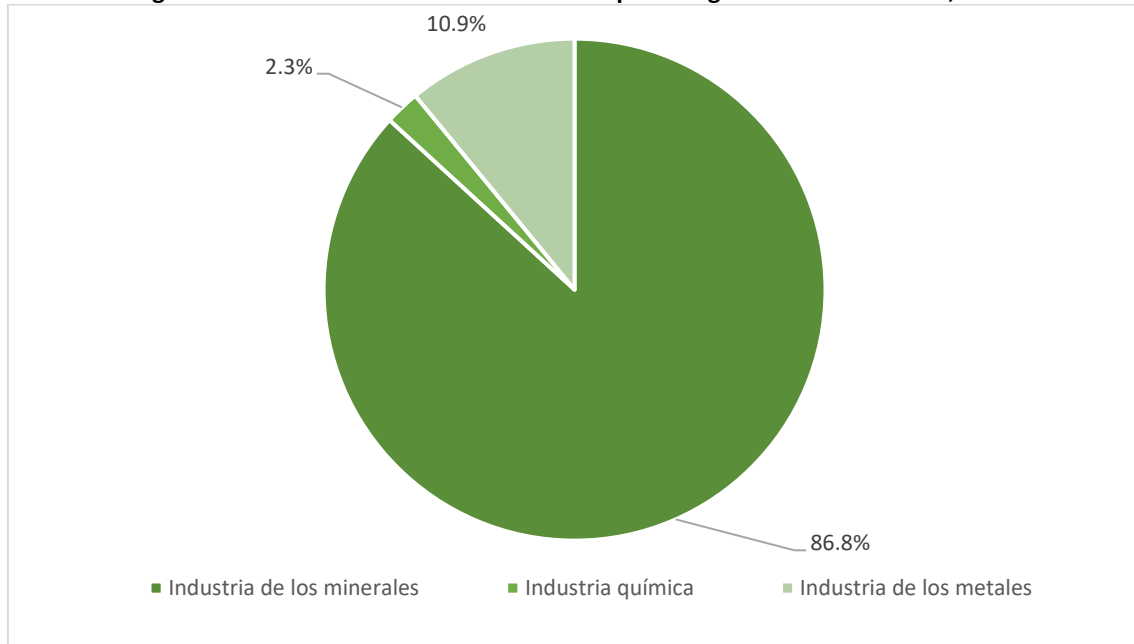
La categoría referida a la Industria Química participa con 131.47 GgCO₂eq y representa el 2.26%. Dentro de esta categoría destaca la producción de ácido nítrico con 131.41 GgCO₂eq que representa el 99.95% dentro de esta categoría.

Y, por último, la categoría referida a Industria de los Metales con 636.79 GgCO₂eq que representa el 10.94% de las emisiones del sector. Dentro de esta categoría destaca la Producción de Zinc con 537.22 GgCO₂eq que representa el 84.36% de las emisiones de esta categoría.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por categorías.

³⁸ Que incluye cerámicas y ceniza de sosa.

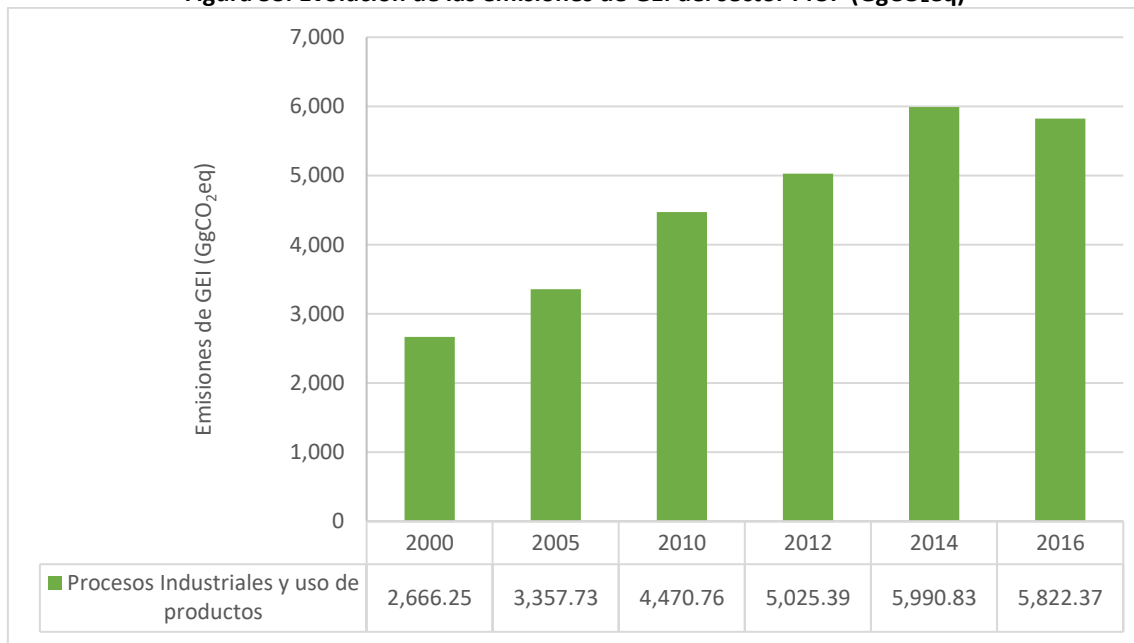
Figura 52. Distribución de emisiones de GEI por categorías del sector PIUP, 2016



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 2.81% respecto al año 2014 debido principalmente a la disminución de un 8.20% en la producción de clínker. No obstante, el comportamiento de las emisiones sigue una tendencia creciente, es así como las emisiones aumentaron en un 118.37% respecto al año 2000.

Figura 53. Evolución de las emisiones de GEI del sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Las tablas de reporte del sector, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestran en el Anexo 1.3.

7.3. Actualización de la serie temporal

Las estimaciones incorporan mejoras con impacto directo en la magnitud de las emisiones los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.

Es preciso señalar que en este INGEI no se está reportando emisiones por la producción de aluminio ni amoníaco debido a que estas actividades no ocurren en el país. Esto es una corrección respecto al reporte anterior (INGEI 2014) y es consecuencia de contar con información reciente del sector privado y del análisis de la información reportada por las instituciones involucradas.

La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

En la siguiente tabla y figura, se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 35. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (GgCO₂eq)

Categorías	2000			2005			2010			2012			2014			2016	
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]	
	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	
2A	Industria de los minerales	1,864.06	1,864.06	0.00%	2,597.51	2,597.51	0.00%	3,722.20	3,723.71	0.04%	4,173.63	4,174.36	0.02%	5,116.40	5,117.19	0.02%	5,054.11
	2A1 Producción de cemento	1,777.66	1,777.66	0.00%	2,375.59	2,375.59	0.00%	3,338.29	3,339.80	0.05%	3,730.60	3,731.34	0.02%	4,590.01	4,590.80	0.02%	4,223.75
	2A2 Producción de cal	24.43	24.43	0.00%	147.44	147.44	0.00%	270.44	270.44	0.00%	319.64	319.64	0.00%	392.26	392.26	0.00%	702.85
	2A3 Producción de vidrio	34.39	34.39	0.00%	34.78	34.78	0.00%	34.45	34.45	0.00%	34.81	34.81	0.00%	33.32	33.32	0.00%	35.24
	2A4 Otros usos de carbonatos	27.57	27.57	0.00%	39.70	39.70	0.00%	79.01	79.01	0.00%	88.57	88.57	0.00%	100.82	100.82	0.00%	92.28
2B	Industria química	283.76	264.88	-6.65%	247.12	218.868	-11.43%	208.92	178.76	-14.44%	177.2628	142.72	-19.49%	192.33	141.95	-26.19%	131.47
	2B1 Producción de amoníaco	18.67	-	-	27.91	-	-	29.48	-	-	33.73	-	-	49.57	-	-	-
	2B2 Producción de ácido nítrico	264.85	264.85	0.00%	218.82	218.82	0.00%	178.67	178.67	0.00%	142.61	142.61	0.00%	141.84	141.84	0.00%	131.41
	2B7 Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	0.23	0.03	-87.87%	0.40	0.05	-	0.77	0.09	-	0.92	0.11	-	0.92	0.11	-87.87%	0.06
2C	Industria de los metales	537.92	537.31	-0.11%	543.02	541.356	-0.31%	570.68	568.29	-0.42%	708.4795	708.31	-0.02%	732.03	731.69	-0.05%	636.79
	2C1 Producción de hierro y acero	253.85	253.85	0.00%	196.48	196.48	0.00%	184.53	184.53	0.00%	148.27	150.73	1.66%	150.45	152.99	1.68%	99.56
	2C3 Producción de aluminio	0.62	-	-	1.66	-	-	2.39	-	-	2.63	-	-	2.87	-	-	-
	2C5 Producción de plomo	62.44	62.44	0.00%	63.48	63.48	0.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2C6 Producción de zinc	221.02	221.02	0.00%	281.40	281.40	0.00%	383.75	383.75	0.00%	557.58	557.58	0.00%	578.70	578.70	0.00%	537.22
TOTAL		2,685.74	2,666.25	-0.73%	3,387.65	3,357.73	-0.88%	4,501.79	4,470.76	-0.69%	5,059.37	5,025.39	-0.67%	6,040.76	5,990.83	-0.83%	5,822.37

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación con respecto a la estimación original

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Como se aprecia en la tabla anterior, las variaciones totales son insignificantes, sin llegar a alcanzar un 1% de variación y además son todas negativas, es decir que las emisiones actualizadas son ligeramente menores a las originales.

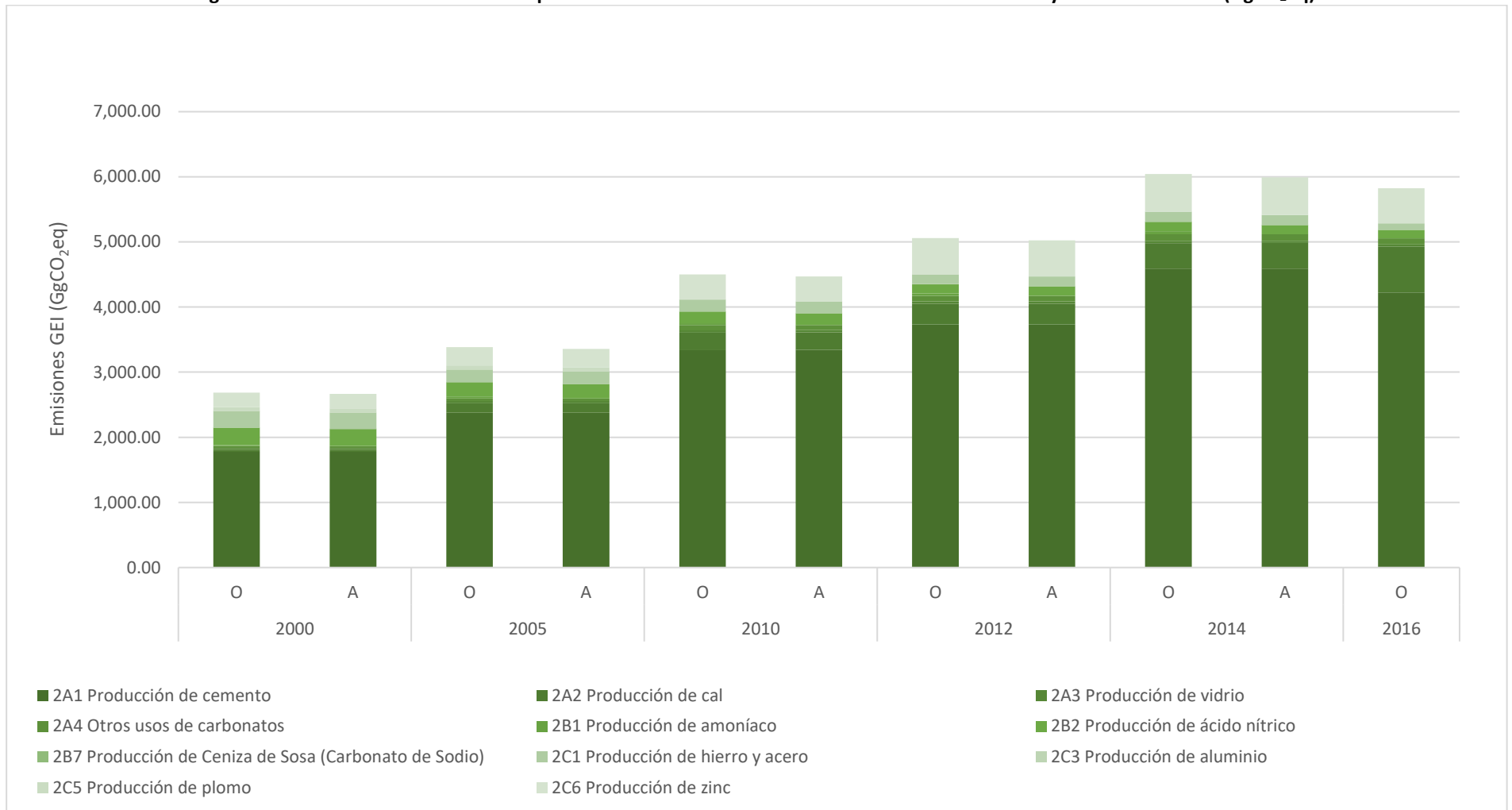
A nivel de subcategorías, se observa que de las 11 reportadas en la tabla, solo 3 presentan variaciones. Entre ellas se tiene a Producción de cemento, que presenta variaciones para los años 2010, 2012 y 2014; dicha variación se debe a la obtención de nueva información de niveles de actividad para dichos años. Otra subcategoría que presenta variaciones y en todos los años, es la Producción de Ceniza de Sosa, dicha variación se debe a la corrección del factor de emisión. Y finalmente se tiene a la subcategoría Producción de hierro y acero, que presenta variaciones para los años 2012 y 2014, debido a que se obtuvo nueva información de nivel de actividad diferenciada según las tecnologías de producción, lo cual permitió actualizar la información referida a los años 2012 y 2014.

En este INGEI, a diferencia del reporte anterior (INGEI 2014), no se está reportando emisiones por la producción de amoníaco y producción de aluminio, por las siguientes razones: En el caso de la producción de amoníaco en el marco del RAGEI PIUP 2016, se identificó a las empresas productoras de amoníaco, así como a sus tecnologías lo cual permitió identificar que en el país no hay producción nacional de amoníaco en base a Gas Natural, y por lo tanto no ocurren emisiones de GEI asociadas a esta actividad. Asimismo, en el caso de la producción de aluminio se empleó una fuente de información más precisa respecto a la producción de aluminio primario, a partir de lo cual se identificó que no hay producción de aluminio primario en el país, y por lo tanto no ocurren emisiones de GEI asociadas a esta actividad.

En general, las variaciones se deben al incremento de la exhaustividad por la incorporación de nuevas fuentes de información para datos de empresas y datos nacionales de actividad, así como a la corrección del factor de emisión para la producción de ceniza de sosa para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014.

En la siguiente figura se aprecia, las variaciones de las emisiones de GEI actualizadas respecto a los valores originales.

Figura 54. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (GgCO₂eq)



Nota: O: valor original; A: valor actualizado

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.4. Control de calidad y garantía de la calidad sectorial

7.4.1. Control de calidad

El proceso de control de calidad se ha realizado siguiendo las Directrices del IPCC de 2006. La siguiente tabla detalla los procedimientos específicos aplicados en este sector.

Tabla 36. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados

Fuente de emisión	Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos	Revisión/Comparación de los factores de emisión	Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones	Verificación de los datos de la actividad	Datos al nivel de planta	Revisión de las mediciones directas de las emisiones
Procesos Industriales y Uso de Productos						
Industria de los minerales (2A)						
Producción de cemento (2A1)	Se compararon las estimaciones realizadas de arriba hacia abajo con el método de nivel 1 asumiendo cemento portland. En ambos casos la tendencia se mantiene creciente en toda la serie (años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016).	Se adaptó el factor de emisión por defecto utilizando los datos nacionales de contenido de CaO en el clínker, y el resultado promedio es muy cercano al valor por defecto, se podría validar el factor por defecto ya que las diferencias en el cálculo de emisiones son mínimas.	Se verificó los datos de actividad en relación con los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.	NA	NA	NA
Producción de cal (2A2)	No se aplicó el procedimiento, dado que solo se cuenta con información de estadísticas nacionales y no se realizó recopilación de información a nivel de plantas que permita estimar con	NA	NA	No se obtuvo información de tipos de cal ni de producción de cal no comercial. Sin embargo, se investigó sobre otras posibles fuentes de información como los registros de insumos químicos fiscalizados (SUNAT). Esta fuente puede	NA	NA

Fuente de emisión	Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos	Revisión/Comparación de los factores de emisión	Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones	Verificación de los datos de la actividad	Datos al nivel de planta	Revisión de las mediciones directas de las emisiones
	métodos superiores al nivel 1 aplicado.			ser usada a futuro como mejora, pero al momento solo se disponen de datos desde el año 2014.		
Producción de vidrio (2A3)	No se realizaron las comparaciones ya que no se aplica métodos de niveles superiores al 1.	NA	Se calculó una proporción promedio de cullet a partir de los datos provistos por las empresas. Se decidió utilizar este valor promedio en lugar del valor por defecto del 50% que se considera es muy alto para la realidad del país y se cuenta con información representativa del sector.	NA	NA	NA
Otros usos de carbonatos - Cerámicas (2A4a)	No se realizaron las comparaciones ya que no se aplica métodos de niveles superiores al 1.	NA	NA	No se aplicó el procedimiento. Se utilizó una fuente de información gubernamental para la estimación para el nivel 1 que no describía tipos de carbonatos utilizados. No se realizó comparaciones con otras fuentes de información y se cuenta con información representativa del sector.	NA	NA

Fuente de emisión	Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos	Revisión/Comparación de los factores de emisión	Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones	Verificación de los datos de la actividad	Datos al nivel de planta	Revisión de las mediciones directas de las emisiones
Otros usos de carbonatos - Otros usos de ceniza de sosa (2A4b)	No se realizaron las comparaciones ya que no se dispone de información sobre el nivel de actividad para aplicar métodos de niveles superiores al 1.	NA	NA	Se descontó el consumo de carbonato de sodio derivado de la producción de vidrio (subcategoría 2A3). Esto se estimó considerando el supuesto de la composición típica de la materia prima que se aplica en el factor por defecto para mantener coherencia con las estimaciones de 2A3.	NA	NA
Industria química (2B)						
Producción de ácido nítrico (2B2)	El procedimiento no es aplicable dado que se usó un factor de emisión por defecto.	NA	NA	NA	El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino de estadísticas nacionales agregadas.	El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino de estadísticas nacionales agregadas.
Producción de ceniza de sosa (2B7)	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente de emisión	Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos	Revisión/Comparación de los factores de emisión	Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones	Verificación de los datos de la actividad	Datos al nivel de planta	Revisión de las mediciones directas de las emisiones
Industria de los metales (2C)						
Producción de hierro y acero (2C1)	NA	No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.	Se verificaron los datos de actividad en relación a los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.	Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria.	NA	NA
Producción de zinc (2C6)	NA	No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.	No se aplicó el procedimiento porque no se utilizó información sobre plantas en un nivel 1.	Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria.	NA	NA
NA: Procedimiento específico no aplicable a la subcategoría.						

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

La lista completa de los procedimientos específicos de control de calidad se encuentra detallada en el ANEXO VII del presente informe.

7.4.2. Garantía de calidad

En este subcapítulo se presentan los principales hallazgos identificados por la US EPA a partir de la revisión del INGEI 2014 - sector PIUP. En la siguiente tabla se presentan dichos hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector:

Tabla 37. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector PIUP

N°	Tema/Categoría/subcategoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
1	Mejora continua	Mejoras metodológicas planeadas son presentadas en las tablas 4 y 6 del capítulo 3, indicando que Perú tiene la intención de utilizar un Nivel 3 en la estimación de emisiones CO ₂ derivadas de la producción de cemento. Motivamos a que se enfoquen los recursos en mejorar primero la exhaustividad y después mejorar la coherencia de series temporales, y entonces después mejorar la exactitud de las fuentes que ya han sido estimadas con un Nivel 2.	Se obtuvo nueva información de plantas productoras de cemento, lo cual permitió actualizar la estimación de emisiones de la 2A1 Producción de cemento para los años 2010, 2012 y 2014.
2	Transparencia	Para poder incrementar la transparencia, se podría incluir una descripción general de cada categoría de fuentes. Por ejemplo, número de instalaciones y si las instalaciones comenzaron y terminaron operaciones en el periodo cubierto, y tecnologías principales que se utilizaron. Esto puede hacerse sin tener que vulnerar la confidencialidad.	Se describen las tecnologías y número de plantas correspondientes a la subcategoría 2C1 Producción de hierro y acero.
3	Transparencia / Análisis de categorías principales	La transparencia se puede incrementar presentando brevemente un resumen de categorías principales al comienzo del capítulo de PIUP, o en alguna otra parte del RAGEI y que se haga una referencia en el capítulo de PIUP.	En la descripción del método de cálculo de cada subcategoría, se indica si esta corresponde o no a una categoría principal.
4	Evaluación de incertidumbre	Perú presenta cálculos exhaustivos de la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión basados en las recomendaciones de las Directrices 2006 del IPCC. Estas no están ponderadas con respecto a la relevancia de los factores en las emisiones GEI totales por categorías de fuentes.	Se ha de evaluar la inclusión de esta ponderación en futuros inventarios.
5	General	Este reporte presenta una gran cantidad de tablas. En algunos casos, 2-3 tablas podrían estar integradas en una sola para reducir el tamaño del reporte.	Para cada subcategoría se incluyó en una sola tabla la información que se encontraba en dos tablas separadas: i) Descripción del nivel de actividad utilizado y ii) valores de los datos nacionales utilizados.

N°	Tema/Categoría/ subcategoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
6	<p>2.A.1 – Producción de cemento</p> <p>Factores de emisión</p>	<p>El título de la Tabla 23 en la sección 5.1.1.3 indica que presenta los factores de emisión específicos a nivel país de Perú, así como los factores por defecto de las Directrices 2006 del IPCC, pero dentro de la tabla, ambos están enlistados como el mismo factor de emisión “Factor de emisión calculado de CO₂ para la producción de Clinker (con corrección de CKD)”. Sin embargo, los valores reportados para estos factores de emisión no son los mismos.</p> <p>Revisar y corregir los nombres de los factores de emisión presentados en la tabla.</p>	<p>Se realizó la corrección indicada diferenciando el valor del factor de emisión calculado del valor por defecto.</p>
7	<p>2.A.1 – Producción de cemento</p> <p>GC/CC</p>	<p>Abajo de la Tabla 27, el informe afirma que no se implementaron ningún enfoque de gestión de calidad en la entrega del inventario GEI actual. Sin embargo, la Tabla 27 describe enfoques de GC/CC implementados. Este también es el caso para otras categorías fuentes, por ejemplo 2.A.2 y 2.A.3.</p> <p>Clarificar a qué se refiere y/o ajustar el texto.</p>	<p>Se retiró dicho párrafo y se incluyó además una sección de garantía de la calidad para todas las subcategorías.</p>
8	<p>2.A.4.b – Otros usos de la ceniza de sosa</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>El consumo de ceniza de sosa para otros usos fue calculado considerando importaciones, exportaciones, producción y consumo para la producción de vidrio. Para los años 2000 y 2005 el resultado se reporta como 0. Un resultado tan preciso indica que se debería hacer una evaluación más a fondo.</p>	<p>Se ha de evaluar la incorporación de una evaluación más exhaustiva en futuros inventarios.</p>
9	<p>2.A.4a – Cerámicas</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>La página 109 afirma que los datos de actividad se obtuvieron de diferentes fuentes para los años 2000/2005/2010 y 2012/2014. Mientras que en ambos casos la información fue obtenida por el Ministerio de Producción. Para 2012 y 2014 el “Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015” fue utilizado para otros años de las “Series Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática”.</p> <p>Revisar si las definiciones y los datos colectados son los mismos en ambas publicaciones. Cuando esto no sea el caso, ajustar los datos de actividad según corresponda.</p>	<p>Tanto en el RAGEI PIUP 2014 como en el RAGEI PIUP 2016, los datos de las publicaciones empleadas corresponden a la cantidad de unidades de ladrillo producidas para los años correspondientes.</p>

N°	Tema/Categoría/ subcategoría	Hallazgos en el INGEI 2014	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
10	<p>2.B.2 – Producción de ácido nítrico</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>Los datos de actividad para los años 2000 y 2005 fueron calculados extrapolando los datos de los años 2010-2014 ya que no existían datos disponibles de importación o exportación. Esto lleva a una reducción sucesiva en las emisiones sobre el tiempo. En la industria química, son más comunes los cambios graduales. Mientras que el enfoque utilizado reduce cualquier subestimación de emisiones, puede también sobreestimar emisiones ¿Sería entonces probable que no existió alguna operación en esos años en cuestión?</p> <p>El RAGEI ya prevé el conseguir más información para la próxima entrega del inventario GEI. Por lo tanto, mientras se está haciendo esto, podrían revisarse los datos sobre las capacidades de planta y el comienzo de operaciones.</p>	<p>Se ha de evaluar, la posibilidad de obtener datos de planta para los próximos RAGEI así como la verificación de la producción de los años 2010 y 2014.</p>
11	<p>2.B.7- Producción de ceniza de sosa</p> <p>Factor de emisión</p>	<p>La página 150 del RAGEI indica un factor de emisión por defecto de 0.97 t CO₂/t por ceniza de sosa producida, en línea con las Directrices 2006 del IPCC. Las hojas de cálculo de Excel utilizan factor de emisión diferente con un valor de 1.138.</p> <p>Revisar factores de emisión GEI utilizados.</p>	<p>Se realizó la corrección correspondiente, siendo que el valor del factor de emisión para la ceniza de sosa es de 0.138 t de CO₂/ t ceniza de sosa natural producida, según las Directrices del IPCC de 2006.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

La lista completa de hallazgos derivados del procedimiento de garantía de calidad, realizado por la US EPA, se encuentra detallada en el ANEXO VIII.a del presente informe.

Asimismo, es preciso indicar que el RAGEI 2016 ha sido revisado por un equipo de expertos internacionales quienes han formulado hallazgos y recomendaciones de mejora, los mismos que serán implementados en el próximo RAGEI. Los procedimientos de garantía de la calidad se encuentran en el ANEXO VIII.b del presente informe.

7.5. Plan de mejora

En el desarrollo del inventario se identificaron acciones que permitirán incrementar la exhaustividad y exactitud de la estimación de emisiones de GEI de las subcategorías descritas en este subcapítulo. Las principales acciones se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 38. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios

Categoría/ Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
2A1	Producción de Cemento	Realizar consultas a las empresas sobre la posibilidad que reporten mayor información ³⁹ de sus plantas con el fin de mejorar el nivel de cálculo (pasar de nivel 2 a nivel 3).	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2A2	Producción de Cal	Identificar a los productores de cal y evaluar la factibilidad de solicitar información de sus plantas para toda la serie de tiempo que en el actual inventario presenta vacíos de información.	Mejora la exhaustividad, la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2A3	Producción de Vidrio	Revisar y realizar una validación con expertos del porcentaje de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) utilizado y/o profundizar en la búsqueda de información nacional sobre el reciclaje de vidrio en el país.	Mejora la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2A4a	Otros usos de Carbonatos (cerámicas)	Identificar posibles nuevas fuentes de información para incluir más tipos de cerámicas y no solo ladrillos.	Mejora la exhaustividad y la exactitud.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

³⁹ Cantidad y tipo de carbonatos consumidos (caliza, dolomita, etc.), composición química de los carbonatos consumidos, y de ser posible calcinación alcanzada por los carbonatos y masa de polvo de horno de cemento no calcinada ni reciclada. En el caso de los dos últimos, si no se contara con dicha información podría utilizarse factores por defecto.

Categoría/ Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa	Revisar el consumo calculado para otros usos de ceniza de sosa para los años 2000 y 2005, para los cuales no hay información de producción de vidrio de planta y/o consumo de ceniza de sosa para vidrio y se utilizan valores extrapolados. Identificar si existen fuentes de información complementarias.	Mejora la exactitud y la coherencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Corto plazo
2B2	Producción de Ácido Nítrico	Solicitar datos de producción de ácido nítrico para todos los años, registrado como insumo fiscalizado en la INIQBF de la SUNAT (de 2014 en adelante) para mejorar la extrapolación aplicada al completar la serie de tiempo (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI).	Mejora la exactitud y la coherencia.	Se solicitó y se recibió información del 2015 y 2016	Corto plazo
2B5	Producción de Carburos	Profundizar en la revisión de información, verificar si realmente no hay producción de carburos y documentarlo.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

Categoría/ Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
2B7	Producción de Ceniza de Sosa	Solicitar datos de producción de ceniza de sosa para todos los años registrado como insumo fiscalizado en la INIQBF de la SUNAT (de 2014 en adelante) para mejorar la función aplicada para completar los vacíos de la serie de tiempo (incluyendo años para los cuales no se genera INGEI). Asimismo, sobre importación y exportación que se utilizan como variables de dicha función.	Mejora la exactitud y la coherencia.	Se solicitó y recibió información del 2015 y 2016	Corto plazo
2C1	Producción de Hierro y Acero	Identificar a empresas productoras de hierro y acero no consideradas y procurar incluirlas en la estimación si su actividad es significativa.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	Se realizó una revisión del listado de empresas y se cotejó con los registros de SUNAT y especialistas de la DEAM (DGAAMI-PRODUCE) y no se identificaron empresas adicionales.	Corto plazo Esta actividad deberá realizarse para cada RAGEI
2C4	Producción de Magnesio	Profundizar en la revisión de información, verificar si realmente no hay producción de magnesio metálico y documentarlo.	Mejora la transparencia.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2C5	Producción de Plomo	Identificar a las empresas productoras de plomo primario y evaluar la factibilidad de solicitarles información.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

Categoría/ Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
2C5	Producción de Zinc	Identificar a las empresas productoras de zinc primario y evaluar la factibilidad de solicitarles información.	Mejora la exactitud y la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

La lista completa de las acciones de mejoras se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

7.6. Industria de los minerales

7.6.1. Producción de cemento

Las emisiones de GEI se generan durante la producción de clínker, un producto intermedio que luego se somete a una molturación fina para formar el cemento hidráulico (generalmente, el cemento portland). Durante la producción del clínker, se calienta o calcina la piedra caliza lo que produce cal (CaO) y CO₂ como productos derivados.

7.6.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 2 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.6.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por las empresas bajo la competencia del sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 39. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de cemento

Clasificación		Fuente de emisión/ sumidero	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado
2		Procesos Industriales y Uso de Productos						
	2A	Industria de los minerales						
	2A1	Producción de cemento	Masa de clínker producido, toneladas	Producción de clínker	tonelada (t)	Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE, 2020)	En un nivel 2 se utilizan los datos de las plantas sobre producción de clínker y contenido de óxido de calcio. Este último valor se usa para adaptar el factor de emisión por defecto del clínker. El factor de emisión calculado y corregido para considerar el polvo de clínker (CKD) se multiplica con la producción de clínker.	CO ₂
				Contenido de óxido de calcio en el clínker	porcentaje (%)			

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.1.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado fue calculado considerando el dato nacional de contenido de óxido de calcio en el clínker, corrigiéndolo para considerar las emisiones de polvo de horno de cemento. Como resultado se obtiene un factor de emisión de CO₂ para la producción de clínker igual a 0.5214 toneladas de CO₂/toneladas de clínker producido, siendo un valor muy similar al valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 (0.5203 toneladas de CO₂ / toneladas de clínker)

En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión calculados y la información utilizada en dicho cálculo.

Tabla 40. Factores de conversión empleados en el cálculo del factor de emisión

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión de CO ₂ para la producción de clínker	0.5214	Toneladas de CO ₂ / toneladas de clínker producido	Resultado del cálculo realizado
Participación del CO ₂ en los productos de la calcinación del CaCO ₃	56.03	Porcentaje (%)	Proporción en peso de la participación de CO ₂ en los productos resultantes (CO ₂ y CaO) de la calcinación de CaCO ₃ . Fuente: Directrices del IPCC de 2006. volumen 3, página 2.13
Participación del CaO en los productos de la calcinación del CaCO ₃	43.97	Porcentaje (%)	Proporción en peso de la participación de CaO en los productos resultantes (CO ₂ y CaO) de la calcinación de CaCO ₃ . Fuente: Directrices del IPCC de 2006. volumen 3, página 2.13
Factor corrector de emisiones para el polvo de horno	1.02	Adimensional (relación)	Aplica a nivel 2 como valor por defecto, al desconocerse la cantidad de polvo de clínker no considerado en la masa total. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.13
Contenido de óxido de calcio en el clínker – promedio nacional	65.14	Porcentaje (%)	Aplica el factor de emisión de CO ₂ del clínker, es necesario conocerlo para adaptar el factor de emisión por defecto. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.13

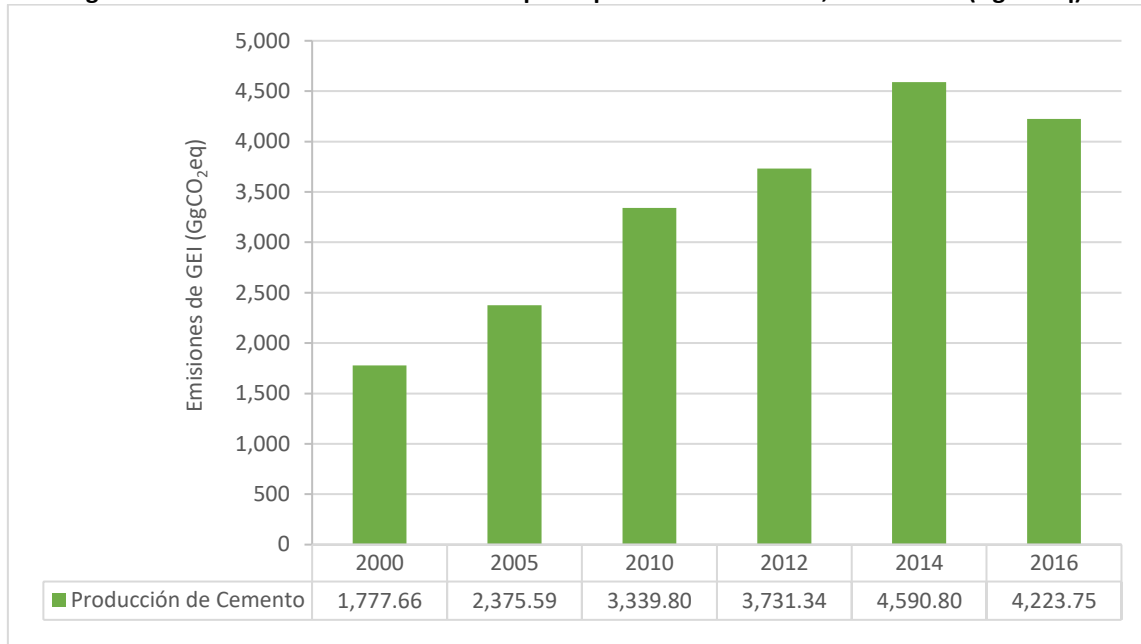
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de cemento fueron de 4,223.75 GgCO₂eq, representando el 72.54% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 8.00% respecto al año 2014, debido principalmente a la disminución de un 8.20% en la producción de clínker. No obstante, se aprecia un incremento en un 137.60% respecto al año 2000.

Figura 55. Evolución de emisiones de GEI por la producción cemento, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.2. Producción de cal

Las emisiones de GEI están vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de cal.

7.6.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.6.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 41. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de cal

Clasificación			Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado
2			Procesos Industriales y Uso de Productos						
	2A		Industria de los minerales						
		2A2	Producción de cal	Producción de cal	Producción de cal	tonelada (t)	Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE, 2020)	En un nivel 1, se puede utilizar el valor de producción de cal sin diferenciar por tipos. Este valor se multiplica con el factor de emisión por defecto, el cual debe elegirse en función a valores por defecto de una proporción de tipos de cal y la pureza de la cal. La cal es un insumo fiscalizado, por lo tanto, otra fuente de información probable para considera a futuro es la SUNAT.	CO ₂

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.2.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado fue calculado utilizando los valores medios de los factores por defecto que brinda las Directrices del IPCC de 2006 para la cal con fuerte proporción de calcio y para la cal de dolomita. La siguiente tabla presenta los valores utilizados de factor de emisión y de conversión.

Tabla 42. Factores de emisión y de conversión utilizados

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la producción de cal	0.753	toneladas de CO ₂ / toneladas de cal producida	Calculado en base a los valores por defecto para una cal (85% con fuerte proporción de calcio y 15% de dolomita), eligiendo el valor más bajo para la cal de dolomita. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.25 y 2.26
Proporción de la producción de la cal con fuerte contenido de calcio y la cal de dolomita	85 / 15	% cal con fuerte contenido de calcio / % cal de dolomita	Al desconocerse los tipos de cal y su composición, se considera esta proporción por defecto para elegir el factor de emisión. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.25

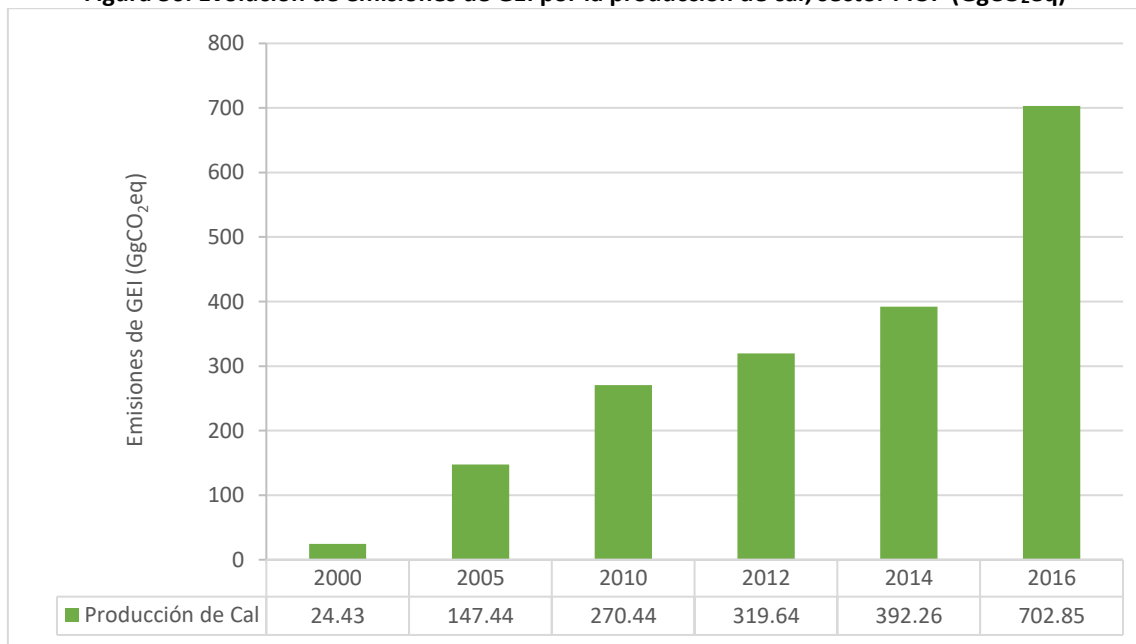
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de cal fueron de 702.85 GgCO₂eq, representando el 12.07% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 79.18% respecto al año 2014 y en un 2,776.44% en relación al año 2000.

Figura 56. Evolución de emisiones de GEI por la producción de cal, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.3. Producción de vidrio

Las emisiones de GEI están vinculadas a procesos de la producción de diversos tipos de vidrio.

7.6.3.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.6.3.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 43. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de vidrio

Clasificación			Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado
2			Procesos Industriales y Uso de Productos						
	2A		Industria de los minerales						
		2A3	Producción de vidrio	Masa del vidrio producido, toneladas	Producción de vidrio fundido	tonelada (t)	Datos reportados por las empresas y recopilados en: Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE 2019).	En un nivel 1, dado que se debe saber la masa de vidrio primario producido, y no se obtuvo de estadísticas nacionales se recurrió a la consulta a las empresas. A su producción de vidrio se le descontó el vidrio reciclado. Este valor obtenido fue multiplicado por el factor de emisión por defecto que se deriva de una composición de mezcla típica de materia prima.	CO ₂
			Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso, fracción	Proporción de <i>cullet</i> (vidrio reciclado) para el proceso	fracción				

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.3.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado fue calculado utilizando los valores medios de los factores por defecto que brinda las Directrices del IPCC de 2006. La siguiente tabla presenta los valores utilizados de factor de emisión y de conversión.

Tabla 44. Factores de emisión y de conversión utilizados

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la producción de vidrio	0.20	toneladas de CO ₂ /toneladas de vidrio producido	Factor por defecto utilizado en el nivel 1, cuando se desconoce la composición de la materia prima y se asume una composición mezcla típica por defecto. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.35
Composición de mezcla típica de materias primas: feldespato, dolomita, piedra caliza y ceniza de sosa	56% Arena 5% Feldespato 10% Dolomita 9% Piedra caliza 20% ceniza de sosa (carbonato de sodio)	porcentaje (%)	Composición de mezcla típica asumida para el factor por defecto usado. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.33
Proporción de <i>cullet</i> promedio (vidrio reciclado) como materia prima	0.35	fracción	Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE 2019).

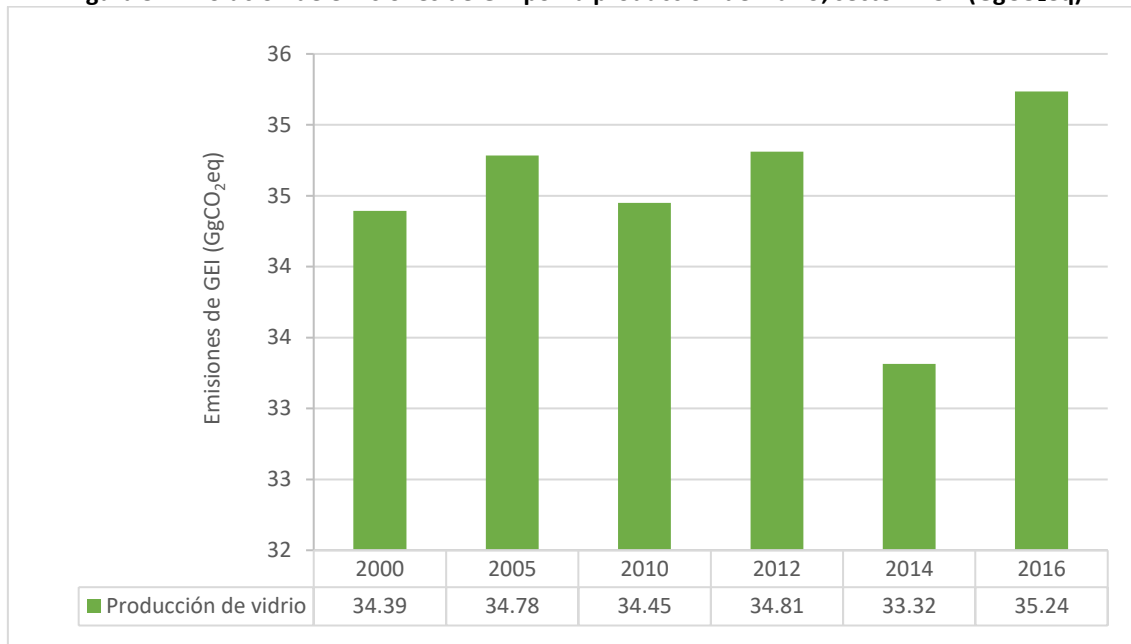
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.3.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de vidrio fueron de 35.24 GgCO₂eq, representando el 0.61% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 5.76% de las emisiones respecto al año 2014 y en un 2.45% en relación al año 2000.

Figura 57. Evolución de emisiones de GEI por la producción de vidrio, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.4. Otros usos de carbonatos – Cerámicas

Las emisiones de GEI están vinculadas a la producción de ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y pavimentos, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas técnicas y abrasivos inorgánicos.

7.6.4.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006. Las emisiones estimadas corresponden a las generadas por la producción de ladrillos debido a que solo se cuenta con información sobre este tipo de cerámicos.

7.6.4.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas de competencia del sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 45. Datos nacionales empleados en la subcategoría otros usos de carbonatos – cerámicas

Clasificación		Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado	
2		Procesos Industriales y Uso de Productos							
	2A	Industria de los minerales							
		2A4	Otros usos de carbonatos						
		2A4a	Cerámicas	Masa del carbonato (calcita o dolomita) consumido en los procesos	Producción de ladrillo de techo (hueco) Producción de ladrillo king kong Producción de ladrillo pandereta Producción de otros ladrillos para muro Masa promedio por unidad de ladrillo de techo (hueco) Masa promedio por unidad de ladrillo king kong Masa promedio por unidad de ladrillo pandereta Masa promedio por unidad de otros ladrillos para muro / Masa promedio por unidad de ladrillo (promedio general)	millar de unidades millar de unidades millar de unidades millar de unidades kilogramo (kg) kilogramo (kg) kilogramo (kg) kilogramo (kg)	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017). Principales líneas de productos según clase CIU. Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017). Principales líneas de productos según clase CIU. Ministerio de la Producción. (2016). Acta de estimación de masas promedios para ladrillos para el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero de la categoría Procesos Industriales y Usos de Productos. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.	En un nivel 1, se utiliza la masa de carbonato consumido, que se obtuvo multiplicando la producción de ladrillos, las masas promedios (estimadas en el proceso RAGEI PIUP 2014 a partir de encuestas), el contenido de arcilla (por defecto) y considerando la relación de calcita /dolomita en los carbonatos. El resultado de la estimación solo tiene alcance a ladrillos.	CO ₂

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.4.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión fue calculado a partir de valores por defecto de los factores de emisión de para la calcinación de piedra caliza y dolomita, y se consideró una participación por defecto de carbonatos consumidos de 85% de caliza y 15% de dolomita. La siguiente tabla presenta los valores utilizados para calcular el factor de emisión.

Tabla 46. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión calculado de CO ₂ para la producción de cerámicas	0.44535	toneladas de CO ₂ /toneladas de carbonato consumido	Resultado del cálculo realizado
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la calcinación de la piedra caliza	0.43971	toneladas de CO ₂ /toneladas de calcita consumida	Aplica en el nivel 1, se utiliza junto con la participación de caliza en los carbonatos (85%) para calcular un factor de emisión general. Se deriva por estequiometría del CO ₂ liberado de la calcinación de calcita. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.7, cuadro 2.1
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la calcinación de la dolomita	0.47732	toneladas de CO ₂ / toneladas de dolomita consumida	Aplica en el nivel 1, se utiliza junto con la participación de dolomita en los carbonatos (15%) para calcular un factor de emisión general. Se deriva por estequiometría del CO ₂ liberado de la calcinación de dolomita. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.7, cuadro 2.1
Participación por defecto de carbonatos consumidos por tipo (% de caliza / % de dolomita)	85 / 15	% de caliza / % de dolomita	Se indica que es la relación por defecto al desconocerse los tipos de carbonatos consumidos. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.38
Factor de pérdidas por defecto (Relación de arcilla usada y cerámico producido)	1.1	fracción	Se indica que es la relación a considerar por defecto para calcular masa de arcilla utilizada. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.41
Contenido por defecto de carbonatos en las arcillas	10	%	Aplica como valor por defecto al desconocerse el contenido de carbonatos de las arcillas. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.38

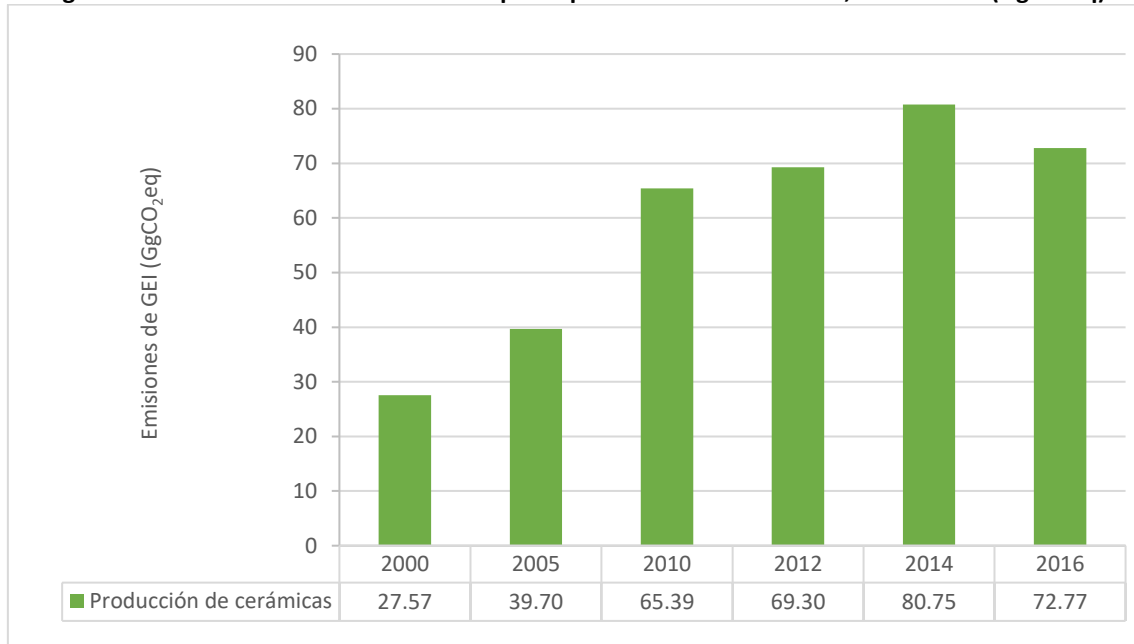
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.4.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de cerámicas (ladrillos) fueron de 72.77 GgCO₂eq representando el 1.25% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 9.88% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 163.92% en relación al año 2000.

Figura 58. Evolución de emisiones de GEI por la producción de cerámicas, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.5. Otros usos de carbonatos – Otros usos de ceniza de sosa

Las emisiones de GEI están vinculadas al uso de cenizas de sosa (o carbonato de sodio) que no se incluyeron en ningún otro lugar.

7.6.5.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.6.5.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 47. Datos nacionales empleados en la subcategoría Otros usos de carbonatos - Otros usos de la ceniza de sosa

Clasificación		Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado	
2		Procesos Industriales y Uso de Productos							
	2A	Industria de los minerales							
		2A4	Otros usos de carbonatos						
		2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	Masa de ceniza de sosa consumida en los procesos	Importaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	kilogramos (kg)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2017). <i>Sistema Integrado de Gestión Aduanera</i> . Intendencia Nacional de Estudios Económicos y Estadística - Gerencia de Estudios Económicos. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2017). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados. Ministerio de la Producción. (2017). Datos reportados por las empresas y recopilados en: Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE 2019).	En un nivel 1, para determinar el consumo de ceniza de sosa en otros usos, se restó a las importaciones, las exportaciones y el consumo de ceniza de sosa en vidrio (se estimó en función a lo reportado y a la composición típica de la materia prima, en coherencia con 2A3). El resultado fue multiplicado por el factor de emisión por defecto.	CO ₂
			Exportaciones de carbonato de sodio (en peso neto)	kilogramos (kg)					
			Producción de carbonato de sodio	kilogramos (kg)					
			Consumo de carbonato de sodio para la producción de vidrio	Tonelada (t)					

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.5.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión y los valores de la relación de materia prima y vidrio producido, así como la participación del carbonato de sodio en la arena mezcla utilizados corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 48. Factor de emisión y de conversión por defecto

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para el uso de la ceniza de sosa (carbonato de sodio)	0.41492	toneladas de CO ₂ /toneladas de ceniza de sosa utilizada	Aplica por defecto en un nivel 1, se deriva por estequiometría del CO ₂ liberado de la calcinación de carbonato de sodio. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.33 y Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.7, cuadro 2.1
Relación de materia prima y vidrio producido (de acuerdo a la composición típica para el factor de emisión por defecto)	1/0.84	fracción arena mezcla/vidrio producido	Se considera para calcular la masa de carbonato de sodio usado para la producción de vidrio en 2A3 y descontarla de esta fuente de emisión. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.33
Participación de la ceniza de sosa (carbonato de sodio) en la arena mezcla para producir vidrio	20	%	Se considera para calcular la masa de carbonato de sodio usado para la producción de vidrio en 2A3 y descontarla de esta fuente de emisión. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 2.33

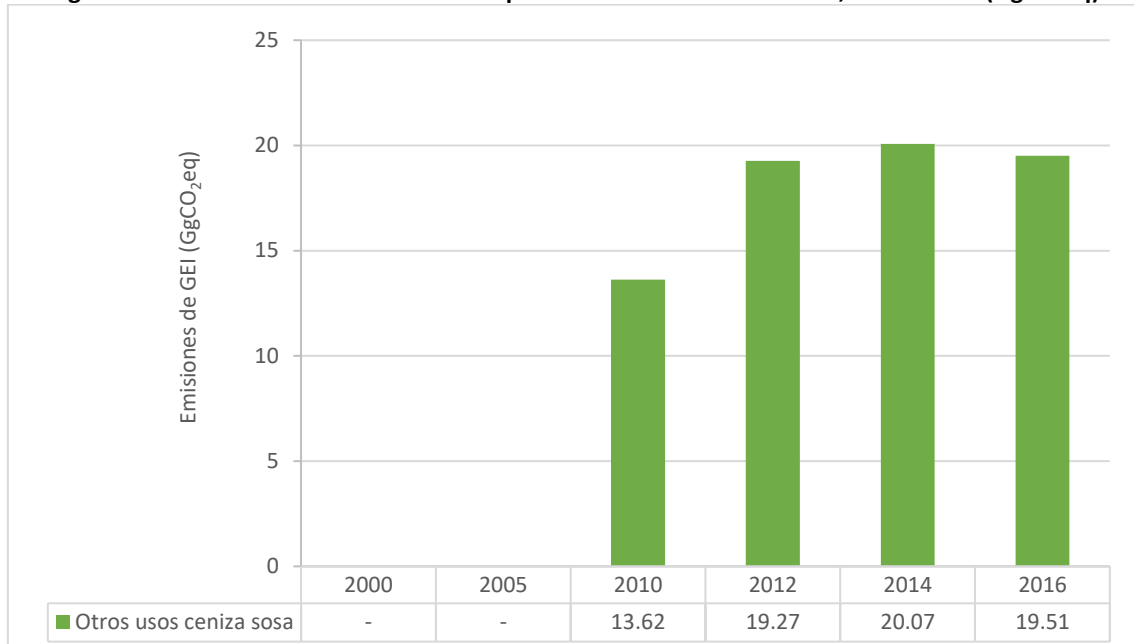
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.6.5.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por otros usos de ceniza de sosa fueron de 19.51 GgCO₂eq, representando el 0.34% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 2.80% en relación al año 2014. Para los años 2000 y 2005 no se ha considerado consumo de ceniza de sosa para otros usos, de acuerdo a la información disponible que se detalla en el RAGEI respectivo.

Figura 59. Evolución de emisiones de GEI por el uso de la ceniza de sosa, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7. Industria Química

7.7.1. Producción de ácido nítrico

Las emisiones de GEI están vinculadas a la producción de ácido nítrico. El principal gas de efecto invernadero emitido durante la producción de HNO₃ es el óxido nitroso.

7.7.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.7.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 49. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de ácido nítrico

Clasificación		Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado	
2		Procesos Industriales y Uso de Productos							
	2B	Industria química							
		2B2	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico	tonelada (t)	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2017). <i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados</i> . Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados.	En un nivel 1, la producción de ácido nítrico se multiplica por un factor por defecto. Si no se cuenta con información es una buena práctica utilizar el factor de emisión mayor. Esta sustancia es un insumo fiscalizado por ley cuyo registro está disponible en la SUNAT desde el 2014, años previos no fueron reportados ni por SUNAT ni por DGPR - PRODUCE.	N ₂ O

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7.1.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado corresponde al valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 50. Factor de emisión por defecto

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de N ₂ O	9	kg de N ₂ O/tonelada de ácido nítrico producido	Aplica como valor por defecto en un nivel 1. Se selecciona como buena práctica el valor más elevado. En este caso corresponde a procesos de plantas de alta presión. Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, página 3.21, 3.22

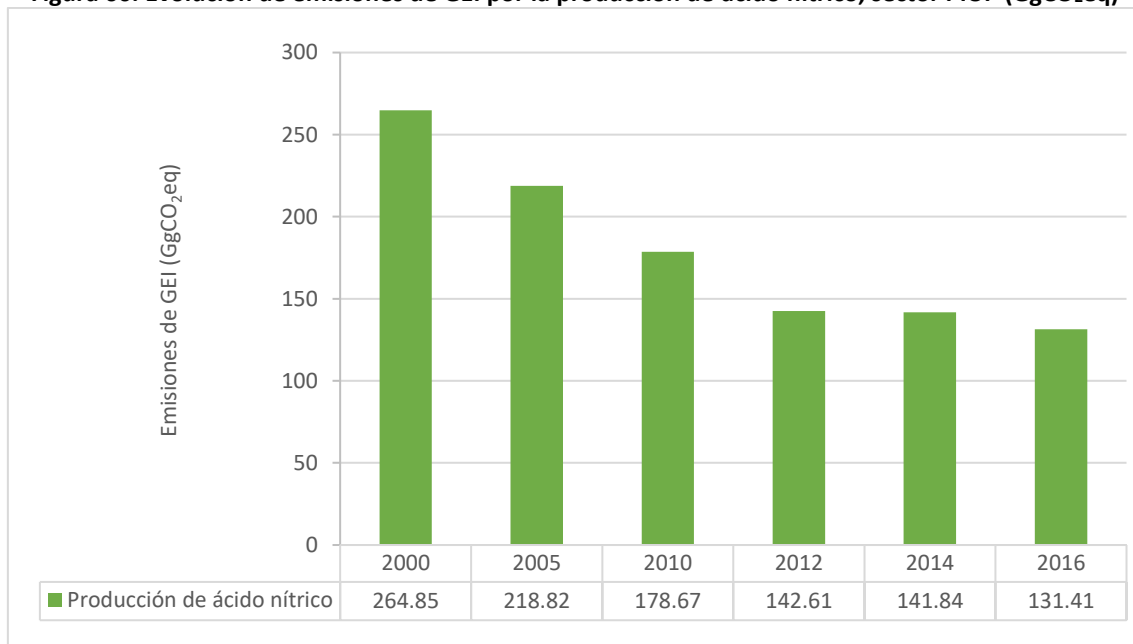
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de ácido nítrico fueron de 0.42 GgN₂O que equivale a 131.41 GgCO₂eq, representando el 2.26% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 7.35% respecto al año 2014 y en un 50.38% en relación al año 2000.

Figura 60. Evolución de emisiones de GEI por la producción de ácido nítrico, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7.2. Producción de ceniza de sosa

Las emisiones de GEI están vinculadas a la producción de carbonato de sodio (o ceniza de sosa). Las emisiones de CO₂ por la producción de ceniza de sosa varían conforme al proceso de fabricación.

7.7.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.7.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas que tienen competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 51. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de ceniza de sosa

Clasificación		Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado	
2		Procesos Industriales y Uso de Productos							
	2B	Industria química							
		2B7	Producción de ceniza de sosa	Ceniza de sosa producida o cantidad de mineral trona utilizado para su producción	Producción de carbonato de sodio	kilogramos (kg)	<i>Registro de Operaciones de los usuarios inscritos en el Registro para el Control de Bienes Fiscalizados.</i> Intendencia Nacional de Insumos Químicos y Bienes Fiscalizados de la SUNAT (2016)	En un nivel 1, la producción de ceniza de sosa se multiplica por un factor por defecto. Sin embargo, no se encontraron evidencias de producción de ceniza de sosa, habiéndose recurrido a la información de principales productos de PRODUCE, a la DGPR y los registros de SUNAT. Esta sustancia es un insumo fiscalizado por ley cuyo registro debería estar disponible en la SUNAT, por lo que si bien no hay indicación explícita que la producción es nula, se asume que no hay producción.	CO ₂

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7.2.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado corresponde al valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 52. Factor de emisión por defecto

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la producción de ceniza de sosa	0.138	toneladas de CO ₂ / toneladas de ceniza de sosa producida	Aplica por defecto en un nivel 1, cuando se utiliza como dato nacional la producción de ceniza de sosa Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 3, página 3.53

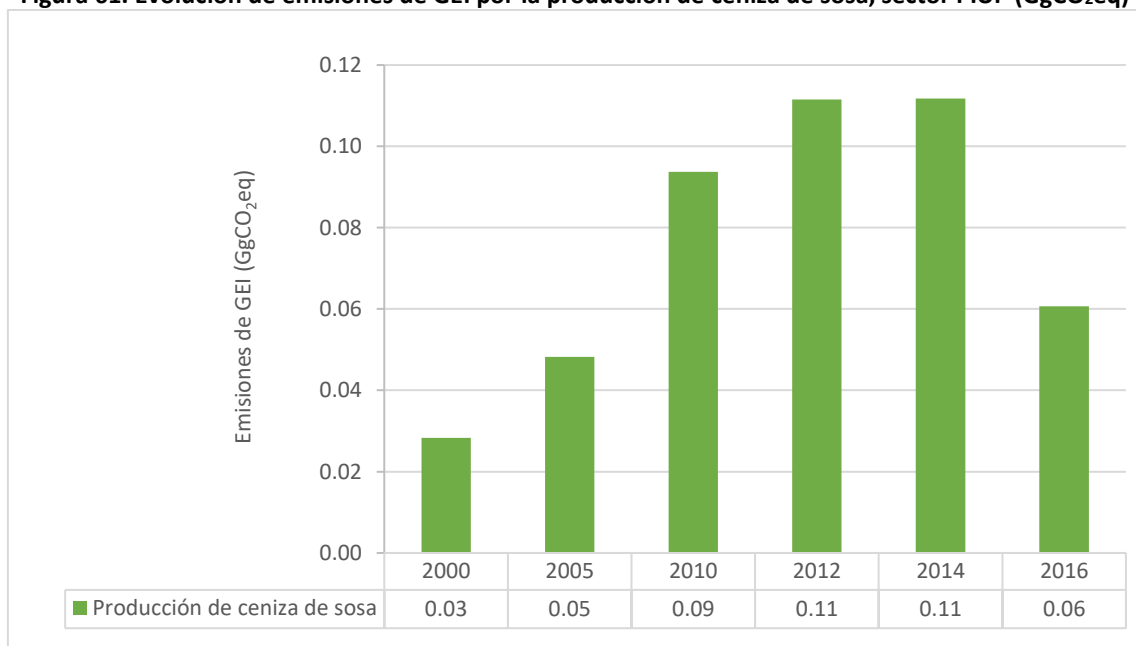
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.7.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de ceniza de sosa fueron de 0.06 GgCO₂eq, representando el 0.001% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 45.75% respecto al año 2014 y se incrementaron en 113.90% en relación al año 2000.

Figura 61. Evolución de emisiones de GEI por la producción de ceniza de sosa, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8. Industria de los Metales

7.8.1. Producción de hierro y acero

Las emisiones de GEI están vinculadas a la producción de hierro y acero. El principal GEI emitido durante la producción de hierro y acero es el CO₂.

7.8.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

7.8.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por las principales empresas del sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 53. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de hierro y acero

Clasificación		Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado
2		Procesos Industriales y Uso de Productos						
	2C	Industria de los metales						
		2C1 Producción de hierro y acero	Producción de acero (crudo) mediante tecnología EAF	Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF	tonelada (t)	Archivo de niveles de actividad RAGEI PIUP 2016 (PRODUCE, 2020)	En un nivel 1, debido al detalle de la información que se requiere para la estimación, se acudió a las empresas productoras de acero y hierro. Los valores de producción de acero por tipo de tecnología, de hierro por tipo de tecnología, de peletizado y de sinterizado, son multiplicados factores de emisión por defecto que según el nivel de actividad pueden ser para dióxido de carbono o para metano. Se obtuvo información de algunas empresas que presentaron de acuerdo a su disponibilidad y actividad.	CO ₂
				Producción de acero (crudo)	tonelada (t)			
				Cantidad de chatarra de acero utilizada para la producción de acero	tonelada (t)			
			Cantidad de hierro directamente reducido producido	Producción de hierro directamente reducido (DRI)	tonelada (t)			CH ₄

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8.1.3. Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión y de conversión utilizados corresponden a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 54. Factores de emisión y de conversión – emisiones de CO₂

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la fabricación de acero en horno de arco eléctrico - EAF	0.08	toneladas de CO ₂ / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la fabricación de acero con promedio global	1.06	toneladas de CO ₂ / toneladas de acero producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la producción de hierro directamente reducido - DRI	0.70	toneladas de CO ₂ / toneladas de hierro producido	Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 55. Factores de emisión y de conversión – emisiones de CH₄

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CH ₄ para la producción de sinterizado	0.07	Kg de CH ₄ / tonelada de sinter producido	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27
Factor de emisión por defecto de CH ₄ para la producción de hierro directamente reducido	1.00	Kg de CH ₄ / TJ (sobre una base calórica neta)	Aplica por defecto en un nivel 1. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27
Factor de emisión por defecto de CH ₄ para la producción de hierro directamente reducido - DRI	0.0125	Kg de CH ₄ / tonelada de DRI producido	Se calcula a partir del factor de emisión por defecto en Kg de CH ₄ / TJ con los datos de Consumo de energía por defecto de gas natural para la producción de DRI y Contenido de carbono por defecto del gas natural para convertirlo a Kg de CH ₄ / tonelada de DRI producido. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.27 y 4.28
Consumo de energía por defecto de gas natural para la producción de DRI	12.50	GJ de gas natural / tonelada de DRI producido	Valor indicado por Directrices del IPCC de 2006 para el gas natural. Se utiliza para convertir el factor de emisión del DRI. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.28
Contenido de carbono por defecto del gas natural	15.30	kg de C / GJ de Gas Natural	Valor indicado por Directrices del IPCC de 2006 para el gas natural. Se utiliza para convertir el factor de emisión del DRI. Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 3, capítulo 4, página 4.28

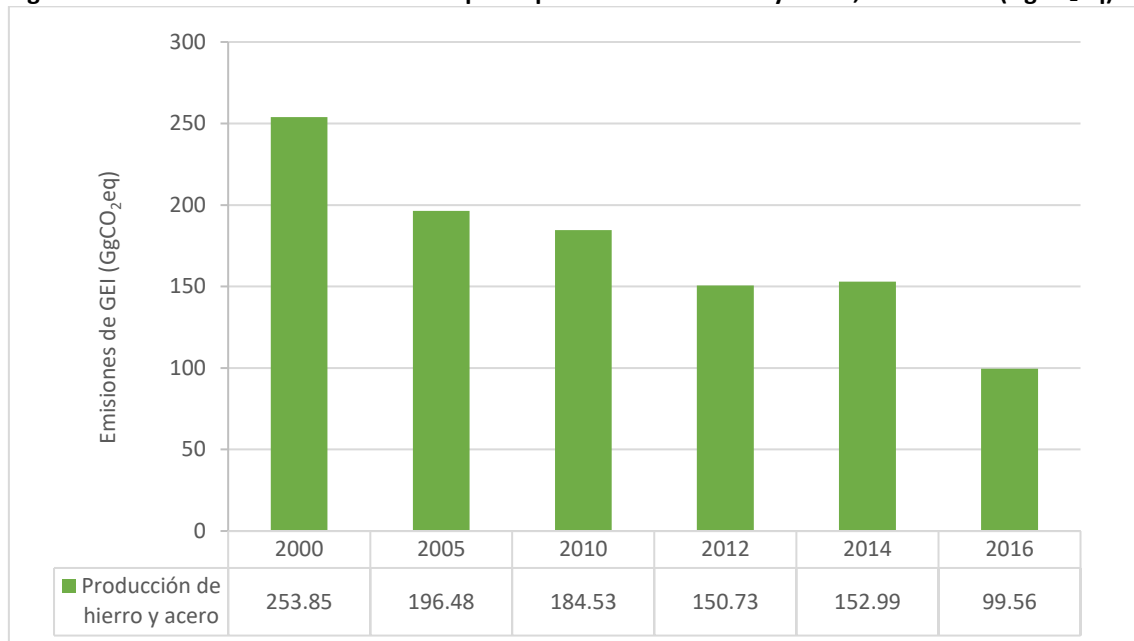
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de hierro y acero fueron de 99.56 GgCO₂ y 0.0001 GgCH₄, que equivale a 99.56 GgCO₂eq, representando el 1.71% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 34.92% respecto al año 2014 y en un 60.78% en relación al año 2000.

Figura 62. Evolución de emisiones de GEI por la producción de hierro y acero, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8.2. Producción de Zinc

Las emisiones de GEI cubren las generadas tanto en la producción primaria de zinc⁴⁰ a partir de mineral como de la recuperación de zinc a partir de chatarra metálica.

7.8.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI de esta subcategoría es el nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

⁴⁰ En este documento se utilizará el termino zinc para ser consistente con la denominación que se utiliza en las estadísticas nacionales.

7.8.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia del sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 56. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de zinc

Clasificación	Fuente de emisión	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado	
2	Procesos Industriales y Uso de Productos							
2C	Industria de los metales							
	2C6	Producción de zinc	Cantidad de cinc producido por tipo de proceso (Waelz Kiln, pirometalúrgico, electrotérmico)	Producción minera de Zinc (fundido)	tonelada (t)	Ministerio de Energía y Minas. (2016). <i>Reporte Anual de Producción Minera 2016</i> . Recuperado el 14 de noviembre de 2017, de Ministerio de Energía y Minas: http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=11299	En un nivel 1, se puede utilizar el valor de producción de zinc sin conocer los tipos de procesos. La producción de zinc se multiplica por el factor de emisión por defecto que considera proporciones por defecto de los procesos aplicados. Para determinar la producción de zinc se ha considerado los valores de zinc fundido y zinc refinado, asumiendo que el zinc refinado ha pasado por el proceso de fundición, en el cual se generan las emisiones.	CO ₂
				Producción minera de Zinc (refinado)	tonelada (t)			

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8.2.3. Factores de emisión y conversión

El factor de emisión utilizado corresponde al valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 57. Factor de emisión por defecto

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión por defecto de CO ₂ para la producción de zinc	1.72	toneladas de CO ₂ / toneladas de zinc producido	Se seleccionó el valor por defecto, al desconocerse los tipos de procesos realizados. Fuente: Directrices de IPCC de 2006, volumen 3, página 4.88

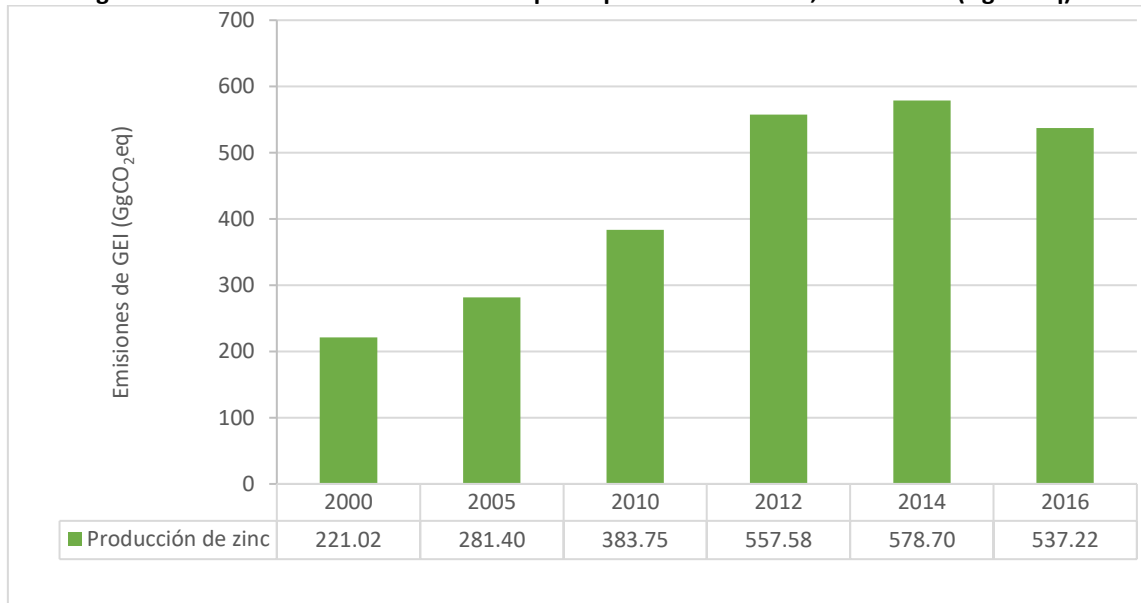
Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

7.8.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la producción de zinc fueron de 537.22 GgCO₂eq, representando el 9.23% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 7.17% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 143.07% respecto al año 2000.

Figura 63. Evolución de emisiones de GEI por la producción de zinc, sector PIUP (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

8. RESULTADO DEL SECTOR AGRICULTURA

El Sector Agricultura incluye las emisiones y remociones de GEI asociadas a diversas actividades silvoagropecuarias de tierras gestionadas en las cuales ha existido la intervención humana. Dentro del contexto nacional se incluyen las siguientes subcategorías: Fermentación entérica (3A1), Manejo del estiércol (3A2), Emisiones por quema de biomasa (3C1), Aplicación de urea (3C3), Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados (3C4), Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados (3C5), Emisiones indirectas de N₂O por manejo del estiércol (3C6) y Cultivos de arroz (3C7). Cabe indicar que no se incluyó la subcategoría Encalado (3C2) debido a que no se cuenta con información sobre el consumo de cal a nivel nacional.

8.1. Análisis de la situación sectorial

Según el último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) realizado en el año 2012, las actividades agropecuarias ocupan el 30.10% del territorio nacional, habiéndose incrementado en un 9.50% con respecto a los datos del censo agropecuario del año 1994 (CENAGRO, 2012).

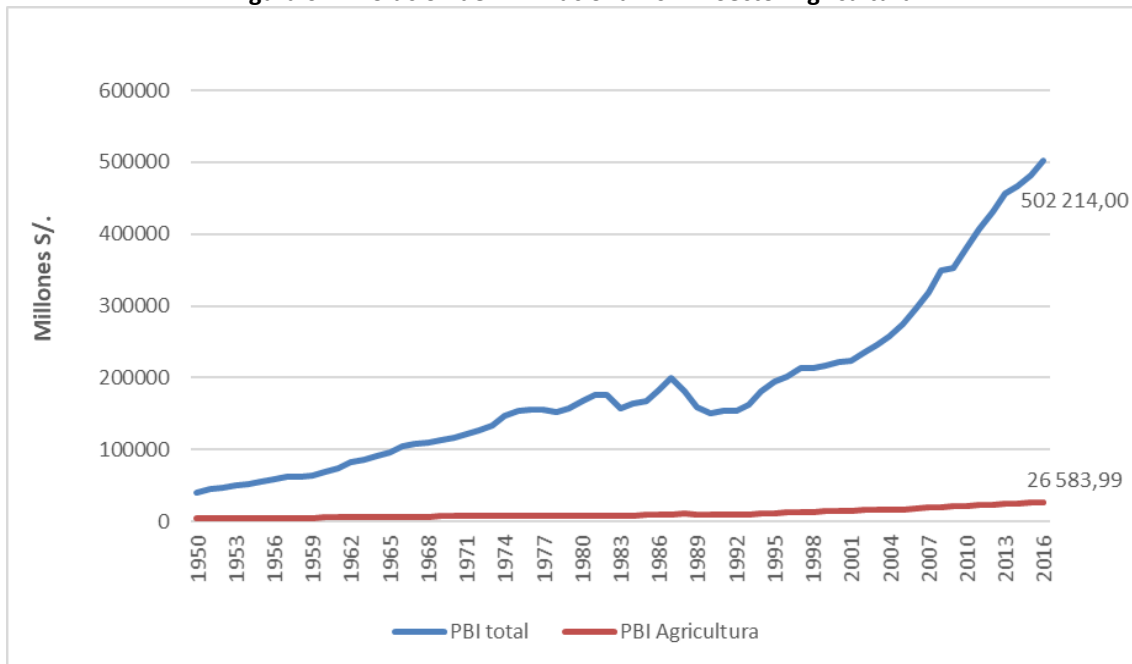
No obstante, la participación de la actividad agrícola en el PBI nacional ha tenido una tendencia a la baja en las últimas décadas. Hacia el año 1950 representaba el 11.00%, reduciéndose a un 5.70% para el año 2010 y finalmente representando el 5.30% en el año 2016 (BCR, 2017)⁴¹. Por otro lado, la ganadería representa cerca del 40.00% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria, siendo el medio de vida de cerca del 25.00% de la población peruana (MIDAGRI, 2017).

Debido a la demanda de los mercados mundiales, las exportaciones de ciertos cultivos agrícolas peruanos tales como: el café, el cacao, los espárragos, las uvas, los mangos y las paltas se han incrementado durante la última década; ocasionando que la importación de fertilizantes nitrogenados también aumente.

Los cultivos más significativos en términos de extensión y producción en el Perú durante el año 2016 han sido el arroz, el café, la papa, el maíz amiláceo duro, el maíz amiláceo y el plátano. De los cuales, el arroz ha sido uno de los cultivos más importantes, representando el 12.60% del área nacional total de cultivos agrícolas (SIEA - MIDAGRI, 2017).

⁴¹ Recuperado del siguiente enlace (PBI y PBI agropecuario), obtenido el día 27/08/2019:
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05000AA/html>
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04986AA/html>

Figura 64. Evolución del PBI Nacional vs PBI Sector Agricultura



Fuente: BCRP 2019

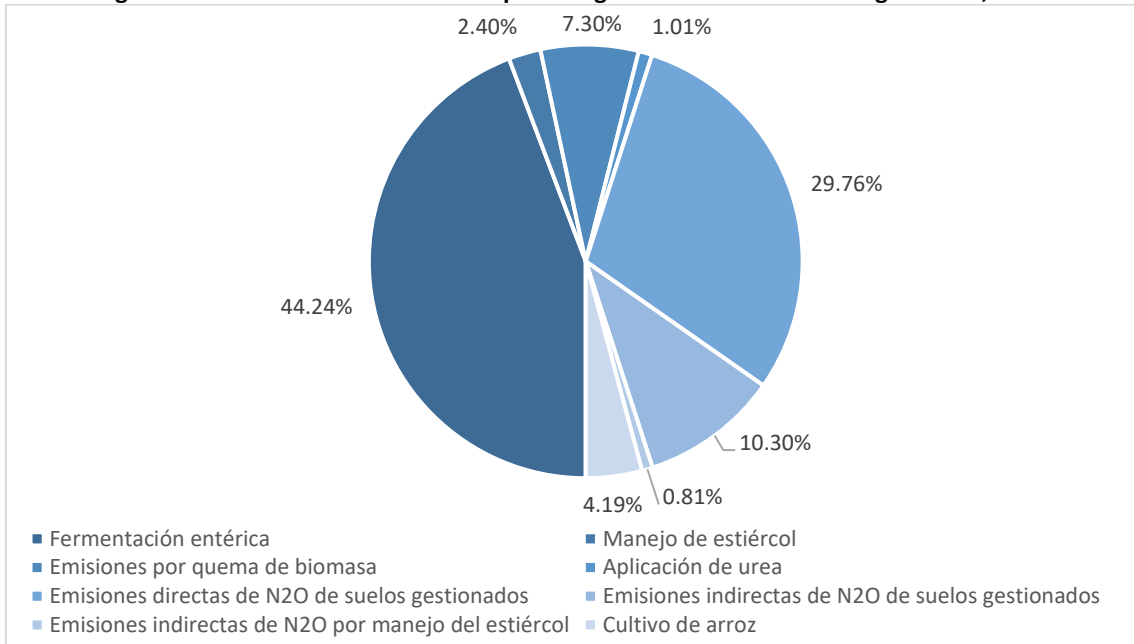
8.2. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI de este sector incluyen dos categorías y ocho subcategorías. La primera categoría es Ganado (3A), en la cual se han estimado las emisiones de GEI para dos subcategorías: fermentación entérica (3A1) y manejo del estiércol (3A2). La segunda categoría es Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra (3C), en la cual se han estimado las emisiones de GEI para seis subcategorías: emisiones por quema de biomasa (3C1), aplicación de urea (3C3), emisiones directas de N₂O de suelos gestionados (3C4), emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados (3C5), emisiones indirectas de N₂O por manejo del estiércol (3C6) y cultivos de arroz (3C7). En el presente RAGEI no se incluye la subcategoría Encalado (3C2) debido a que no se cuenta con información sobre el consumo de cal a nivel nacional.

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 25,910.29 GgCO₂eq, representado el 12.62% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la subcategoría fermentación entérica con 11,462.85 GgCO₂eq representando un 44.24% del total, seguida por la subcategoría emisiones directas de N₂O de suelos gestionados con 7,709.86 GgCO₂eq representando el 29.76%. Estas dos subcategorías representan de 74.00% de las emisiones totales del sector.

Por otro lado, las demás subcategorías: emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados (10.30%), emisiones por quema de biomasa (7.30%), cultivo de arroz (4.19%), manejo de estiércol (2.40%), aplicación de urea (1.01%) y emisiones indirectas de N₂O de manejo de estiércol (0.81%), representan un total de 26.00% de las emisiones de GEI en el sector. En la siguiente figura, se muestra la distribución de las emisiones de GEI por categorías.

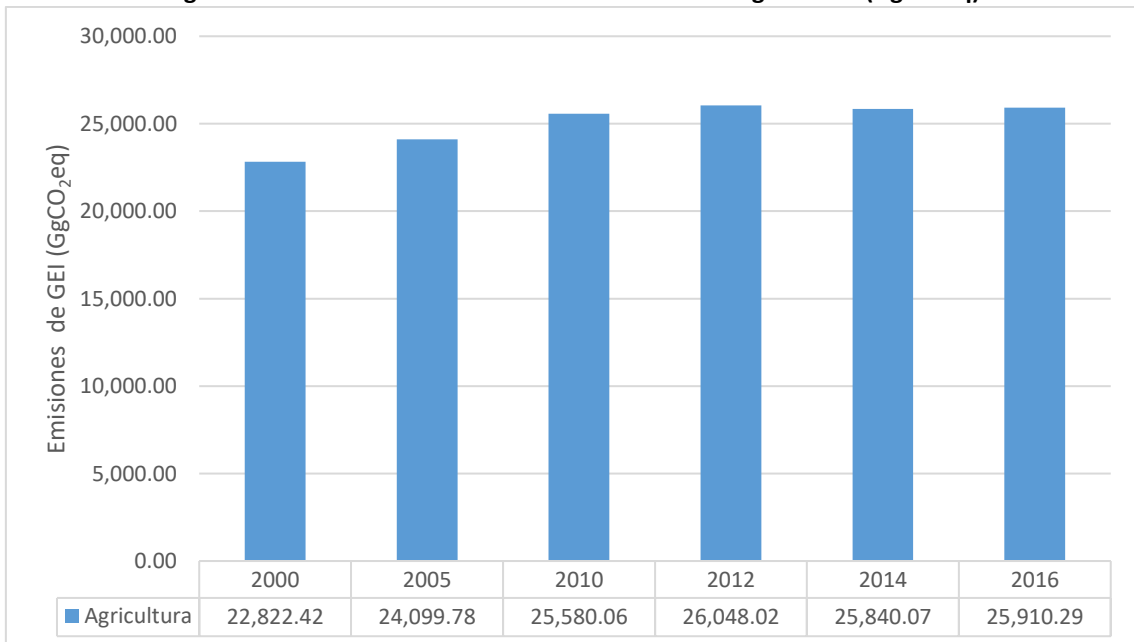
Figura 65. Distribución de emisiones por categorías de GEI del sector Agricultura, 2016



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura, se aprecia que las emisiones del sector en el año 2016 se incrementaron en un 0.27% respecto al año 2014 y en un 13.53% respecto al año 2000. Asimismo, la tendencia muestra que del año 2000 al año 2012 las emisiones fueron progresivamente en aumento, y a partir del año 2012 se observa una ligera disminución.

Figura 66. Evolución de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA–MIDAGRI, 2020

Las tablas de reporte correspondientes al sector ASOUT, el cual está conformado por el sector Agricultura y el sector UTCUTS, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1.4.

8.3. Actualización de la serie temporal

Se han incorporado mejoras en las estimaciones de GEI del año 2016, las mismas que fueron consideradas para la actualización de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo la mejora más importante la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en todo el sector Agricultura. La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

En la siguiente tabla y figura, se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 58. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO₂eq)

Categorías	2000			2005			2010			2012			2014			2016		
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]		
	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	A		
3A	Ganado	9,772.52	10,913.97	11.68%	10,232.41	11,672.91	14.08%	10,792.80	12,185.04	12.90%	10,689.55	12,228.67	14.40%	10,711.84	12,161.38	13.53%	12,084.69	
	3A1	Fermentación entérica	8,727.37	10,376.09	18.89%	9,117.53	11,089.31	21.63%	9,473.16	11,564.62	22.08%	9,347.59	11,613.43	24.24%	9,316.90	11,533.32	23.79%	11,462.85
	3A2	Manejo de estiércol	1,045.15	537.88	-48.54%	1,114.88	583.60	-47.65%	1,319.64	620.41	-52.99%	1,341.96	615.24	-54.15%	1,394.94	628.06	-54.98%	621.84
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	13,060.61	11,908.45	-8.82%	13,519.39	12,426.86	-8.08%	15,086.56	13,395.03	-11.21%	14,975.14	13,819.35	-7.72%	15,521.36	13,678.69	-11.87%	13,825.60	
	3C1	Emisiones por quema de biomasa	684.95	1,800.74	162.90%	689.61	1,816.65	163.43%	830.30	1,862.62	124.33%	871.44	1,875.81	115.25%	908.28	1,883.56	107.38%	1,891.33
	3C2	Encalado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3C3	Aplicación de urea	-	256.77	-	-	181.77	-	-	239.83	-	-	293.87	-	-	250.73	-	262.54
	3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	11,520.72	6,626.31	-22.19%	11,765.58	6,918.56	-20.48%	13,100.54	7,486.27	-22.90%	12,932.43	7,763.15	-19.29%	13,479.04	7,704.60	-23.10%	7,709.86
	3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados		2,338.43			2,437.21			2,613.65			2,674.69			2,660.13		2,667.66
	3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O por manejo de estiércol	-	142.43	-	-	158.51	-	-	187.72	-	-	194.12	-	-	200.17	-	209.30
	3C7	Cultivos de arroz	854.94	743.77	-13.00%	1,064.20	914.17	-14.10%	1,155.72	1,004.94	-13.05%	1,171.27	1,017.71	-13.11%	1,134.04	979.50	-13.63%	1,084.91
TOTAL		22,833.13	22,822.42	-0.05%	23,751.80	24,099.78	1.47%	25,879.36	25,580.06	-1.16%	25,664.69	26,048.02	1.49%	26,233.20	25,840.07	-1.50%	25,910.29	

Leyenda: O - Original, A – Actualizado

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Por otro lado, la siguiente tabla describe los valores actualizados en el presente RAGEI (período 2000 – 2014) versus los valores originales aplicando las Directrices Revisadas del IPCC de 1996. Los resultados de la actualización para el período 2000 – 2014 tienen una variación que oscila entre -1.50 y el 1.49%.

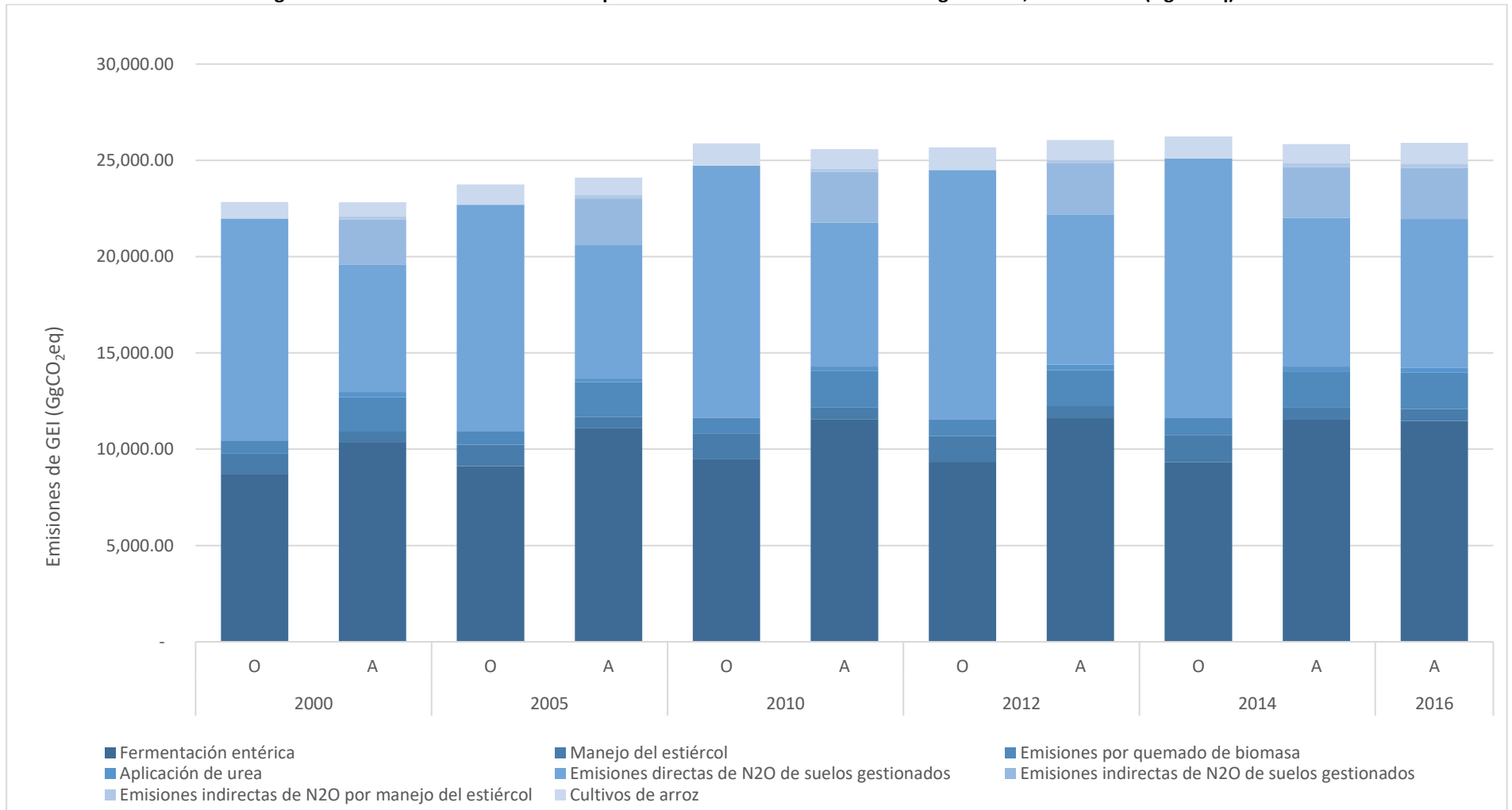
Para los años 2005 y 2012 las variaciones fueron positivas, es decir, se notó un ligero aumento de los valores actualizados con respecto a los originales. Mientras que para los años 2000 y 2010, las variaciones son negativas, denotando un descenso de las estimaciones. La mayor variación se da en el año 2012 con 1.49% y la menor variación se produce en el año 2014 con un valor (negativo) de -1.50%. Asimismo, las principales fuentes de emisión son las categorías de Fermentación Entérica y Emisiones Directas de N₂O de suelos gestionados.

Se observa que la categoría de Ganado ha tenido una variación positiva en el rango de 11.68% - 14.40%, denotando un aumento en sus emisiones. Se presenta la mayor variación para el año 2012 (14.40%) y la menor en el 2000 (11.68%), por lo cual el mayor aumento de las emisiones se dio en el año 2012. Dentro de las subcategorías: Fermentación entérica ha tenido un incremento de las emisiones hasta el año 2012, mostrando una tendencia a la baja para el año 2014. Mientras que la subcategoría manejo de estiércol, presentó una importante disminución de las emisiones en el rango de -47.65% (año 2005) a -54.98% (año 2014).

Para la categoría Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra, las variaciones estuvieron en el rango negativo de -7.72 al -11.87, siendo los años 2010 y 2014 los que presentaron una importante disminución en las emisiones. En cuanto a las subcategorías vemos que cultivos de arroz se mantiene estable con variaciones negativas indicando una ligera disminución de sus emisiones, al igual que la subcategoría Emisiones directas/indirectas de N₂O de suelos gestionados. Para el caso de emisiones por quema de biomasa, se observa una fuerte tendencia a la baja.

En la siguiente figura se aprecia, las variaciones de las emisiones de GEI actualizadas respecto a los valores originales.

Figura 67. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura, 2000 – 2016 (GgCO₂eq)



Leyenda: O - Original, A – Actualizado
 Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.4. Control de calidad y garantía de la calidad sectorial

8.4.1. Control de calidad

Para el control de calidad, se aplicaron procedimientos generales y específicos que establecen las Directrices del IPCC de 2006. La siguiente tabla detalla los procedimientos aplicados en este sector.

Tabla 59. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
3A1	Fermentación Entérica	<ul style="list-style-type: none"> Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente. 	<p>A partir de una consulta al sector, se identificaron las especies ganaderas con periodo de vida menor a un año. Se realizó el ajuste a la población media anual para especies de porcinos y cuyes.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> (Si se utilizan factores específicos del país) Comparar los factores por defecto y señalar las diferencias. Explicar y documentar cómo se realizó el desarrollo de los factores de emisión específicos del país, y los resultados deben someterse a una revisión por parte de expertos independientes 	<p>Se realizó un control de calidad sobre los datos recabados a través de consulta de expertos y se compararon los resultados con los valores por defecto de las Guías del IPCC.</p>
			<p>Se identificaron factores de emisión muy lejanos a los valores por defecto de del IPCC. A partir de esta revisión, se establecieron valores más apropiados para aquellas variables con alta dispersión en las respuestas. Este proceso se encuentra documentado en el informe de dictamen de expertos</p>
3A2	Manejo de estiércol	<ul style="list-style-type: none"> Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente. 	<p>A partir de una consulta al sector, se identificaron las especies ganaderas con periodo de vida menor a un año. A partir de la identificación de estas especies, se ajustó la población media anual para los casos de aves, porcinos y cuyes.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Revisar la asignación de sistemas de gestión del estiércol para determinar si se están teniendo en cuenta los cambios producidos en la industria ganadera 	<p>A partir de consulta a expertos, se identificó la representatividad de los SME para cada especie animal.</p>
3C1	Quema de biomasa	<ul style="list-style-type: none"> Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario 	<p>Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Verificar la documentación de cultivos que se queman 	<p>Se verificó que la lista de cultivos que se queman este validada por el sector.</p>
3C3	Aplicación de urea	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar que los datos de la actividad se han transcrito adecuadamente en las hojas de trabajo 	<p>Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.</p>

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
3C4 – 3C5	Emissiones directas e indirectas de suelos gestionados	<ul style="list-style-type: none"> Comparar los datos específicos del país sobre consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de uso de fertilizantes de la IFA (https://www.fertilizer.org/) y con las estimaciones del consumo de fertilizantes sintéticos de la FAO (http://www.fao.org/faostat/en/#home) 	Los datos reportados en FAOSTAT referidos a los datos importación de urea, son diferentes a los datos oficiales de las estadísticas nacionales del sector. A través de un muestreo al azar, se verificó una diferencia porcentual de -0.14% entre los valores reportados en FAOSTAT (358,537.75 toneladas) y los reportados en las estadísticas del sector (358,008.42 toneladas), con respecto a la cantidad de urea importada el año 2016.
3C7	Cultivo de arroz	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una verificación cruzada de los rendimientos de cultivos agregados y de las estadísticas de superficie de campo declaradas con los totales nacionales y otras fuentes de rendimiento de cultivos/datos de superficie. 	Se ha verificado que la superficie total nacional del dato de actividad resulta de las superficies regionales, declarado en las series estadísticas anuales del sector.
		<ul style="list-style-type: none"> Verificar la documentación de prácticas de manejo del agua; 	Los sistemas de riego del cultivo de arroz han sido clasificados a partir de juicio de expertos. El proceso se encuentra documentado en el informe de consulta de expertos (MIDAGRI 2020).

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

La lista completa de los procedimientos generales y específicos de control de calidad se encuentra detallada en el ANEXO IX del presente informe.

8.4.2. Garantía de calidad

En este subcapítulo se presenta los principales hallazgos identificados por el equipo de revisores internacionales de inventarios. En la siguiente tabla se presentan dichos hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector:

Tabla 60. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Agricultura

Tema	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
Transparencia	Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes. No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia.	Incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3A y 3C).	La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
Exactitud	Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que	La exactitud de la estimación de las emisiones de la fermentación entérica	En el RAGEI se han listado las mejoras a aplicar en el próximo reporte.

Tema	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	parece haber espacio para más mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.	en “Otros ganados” y “Vacas lecheras”, con Nivel 2 puede mejorarse en futuros inventarios y se sugiere jerarquizar este tema en el plan de mejora del inventario de 2018.	
Exhaustividad	El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar en el RAGEI las razones de las no estimaciones (NE). • Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario. 	En el RAGEI se detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones por encalado. Asimismo, se han incluido en el plan de mejora.
Coherencia	La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenía el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.	No se realizó ninguna recomendación	La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
Comparabilidad	Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.	No se realizó ninguna recomendación	No se realizó ninguna acción.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

La lista completa de hallazgos derivados del procedimiento de garantía de calidad, realizado por Walter Oyhantcabal, revisor líder de inventarios de GEI para el sector ASOUT, se encuentra detallada en el ANEXO X.a del presente informe.

Asimismo, es preciso indicar que el RAGEI 2016 ha sido revisado por Ionnis Sempos, revisor líder de inventarios de GEI para el sector ASOUT, quién han formulado hallazgos y recomendaciones de mejora, los mismos que serán implementados en el próximo RAGEI. Los procedimientos de garantía de la calidad se encuentran en el ANEXO X.b del presente informe.

8.5. Plan de mejora

La siguiente tabla presenta las oportunidades de mejora propuestas para la elaboración de futuros RAGEI.

Tabla 61. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI

Categoría / Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Período de implementación
3A.1	Fermentación Entérica	Asignar factores de emisión de fermentación entérica por región, ponderando de acuerdo con la productividad y el número de animales	Mejorar la exactitud y la exhaustividad de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica	Los factores de emisión se pueden ponderar por la población regional de cada especie ganadera	Corto plazo
		Obtener la temperatura media de invierno por región para un cálculo de Nivel 2 de la Fermentación Entérica de vacunos más certero a la realidad del país	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica Nivel 2 de vacunos	Se puede solicitar al SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) la información registrada en sus estaciones meteorológicas cercanas a zonas de crianza de vacunos, a fin de obtener valores de temperatura media de invierno acertados a cada región	Corto Plazo
		Obtener un valor de Energía bruta convertida en metano (Y_m) país específico (Estudio a nivel de laboratorio) tanto para vacunos lecheros y como para otros vacunos.	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica Nivel 2 de vacunos	Existen estudios de investigación actuales aun no publicados referidos a regiones específicas. Se deben obtener valores representativos de todas las regiones o un valor país representativo a nivel nacional.	Mediano plazo
3C.2	Encalado	Obtener el consumo anual de Cal (Caliza y Dolomita) a nivel país para incluir las emisiones de la categoría C2 en el inventario	Mejorar la integridad del inventario, incluyendo la categoría C2 referida a las emisiones provenientes del encalado	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo
3C.3	Aplicación de urea	Obtener valores de producción de urea a nivel país, ya que solo se conocen valores de importación	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de la aplicación de urea	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo

Categoría / Subcategoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Período de implementación
3C.4 3C.5	Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	Obtener la superficie de suelos orgánicos por tipo de fertilidad (ha/año) para obtener la superficie total anual de suelos orgánicos drenados/gestionados (F _{os}) La representación de fertilidad puede obtenerse por Dictamen de Expertos	Mejorar la integridad del cálculo de las emisiones de N ₂ O de suelos gestionados	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.6. Ganado

8.6.1. Fermentación entérica

El metano (CH_4) se produce en los herbívoros como subproducto de la fermentación entérica, un proceso digestivo por el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la remoción en el flujo sanguíneo. La cantidad de CH_4 que se libera depende del tipo de tracto digestivo, la edad y el peso del animal, así como de la calidad y la cantidad del alimento consumido.

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Fermentación entérica.

8.6.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de metano (CH_4) procedentes de la fermentación entérica generadas por el ganado vacuno es el Nivel 2, mientras que, para las otras especies de ganado se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.6.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 62. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3A1	Fermentación entérica	Población media anual de animales vivos.	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de Servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada tipo de ganado.	CH ₄
		Población media anual de ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno.	Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.		
		Población de ganado vacuno por subcategoría.	Población de ganado vacuno por raza, según departamento y tipo de ganado, 2012.	cabezas	CENAGRO 2012	Dato de Actividad para caracterización mejorada (Nivel 2). A partir de la población de ganado vacuno caracterizada según género y edad se calcula un porcentaje de representatividad para desagregar la población de vacunos y obtener las cabezas de ganado vacuno para cada subcategoría. Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada clase de ganado.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Cabe señalar que en el RAGEI 2016, debido a la aplicación de un método de nivel 2, la población de ganado vacuno fue caracterizada como “vacas lecheras” y “otro ganado vacuno”. Asimismo, la población de ganado vacuno fue desagregada y agrupada en siete categorías: vacas adultas lecheras en producción, vacas adultas para producción de carne, toros y bueyes, vaquillas lecheras jóvenes de reemplazo, vaquillas jóvenes de reemplazo para carne, machos jóvenes en crecimiento y ternero/a previo al destete.

8.6.1.3. Factores de emisión y conversión

Las Directrices del IPCC de 2006, brindan factores de emisión por defecto para las clases de ganado evaluadas. Debido a que el ganado vacuno es una categoría principal, se utilizaron parámetros nacionales. La siguiente tabla indica los factores de emisión calculados (C) y por defecto (D) que han sido utilizados, con sus respectivas fuentes de información.

Tabla 63. Factores de emisión de la fermentación entérica

Fuente de emisión	Factor de emisión	Valor calculado (C) /por defecto (D)	Dato Nacional	Fuente de información
Fermentación entérica	Factores de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno - Nivel 2.	C	Población anual media de vacunos por subcategoría sector, edad, género Ingesta de Energía Bruta Energía Bruta convertida en metano.	Estadísticas nacionales, Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020), Directrices del IPCC de 2006.
	Factores de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado de otras especies (ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos).	D	-	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Por otro lado, debido a la aplicación del Nivel 2, se identificaron parámetros con el fin de construir factores de emisión país específicos para cada subcategoría de ganado. Estos parámetros se utilizan para obtener la Ingesta de Energía Bruta (GE), la cual posteriormente ha sido empleada en la obtención de los factores de emisión por subcategoría. La siguiente tabla detalla los parámetros construidos para las siete subcategorías de ganado vacuno.

Tabla 64. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de ganado vacuno

Variable	Energía bruta	Factor de emisión fermentación entérica
Categoría	MJ/día	kg CH ₄ /cabeza/año
Vacas adultas lecheras en producción	198.19	104.33
Vacas adultas para producción de carne	170.78	79.91
Toros y bueyes	205.08	95.96
Vaquillas lecheras joven de reemplazo	163.90	76.69
Vaquillas jóvenes de reemplazo para carne	186.09	87.08
Machos jóvenes en crecimiento	189.51	88.68
Ternero/a previo al destete	59.13	27.67

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Para el caso de los factores de emisión de CH₄ procedentes de la fermentación entérica de otras especies de ganado, se utilizaron los factores de emisión por defecto propuestos en las Directrices del IPCC de 2006 y en las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, descritos en la siguiente tabla.

Tabla 65. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de otras especies de ganado

Tipo de ganado	Fermentación entérica (kg de CH ₄ /cabeza/año)	Fuente de información
Ovinos	5.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Caprinos	5.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Caballos	18.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Asnos/Mulas	10.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Porcinos	1.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Alpacas	8.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Llamas	8.00*	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019* - volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.10
Cuyes	0.043	Valor estimado según fórmula para la Caracterización del ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas de las Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, página 10.25

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Los factores de conversión son descritos en las siguientes tablas:

Tabla 66. Densidad de la leche de vaca

Ítem	Valor (g/cm ³)	Fuente de información
Densidad de la leche	1.03	Reglamento de la Leche y Productos Lácteos 2017 – MIDAGRI.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 67. Energía Bruta convertida en metano por sector (Y_m)

Clases de interés	%	Fuentes de información
Vacuno lechero	7.87	Revista <i>Livestock Science</i>
Otros vacunos	7.00	Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 68. Coeficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos

Coeficiente	MJ d kg	Fuente de información
C _f Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento animales no lactando	0.322	Tabla 10.4
C _f Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento vacas lactando	0.386	Tabla 10.4
C Coeficiente valor macho castrado	0.37	Tabla 10.4
C _a Coeficiente de actividad pastoreo de grandes áreas	0.36	Tabla 10.5
C _a Coeficiente de actividad pastoreo de pequeñas áreas	0.17	Tabla 10.5
C _a Coeficiente de actividad animales estabulados	0.00	Tabla 10.5
C Coeficiente valor toro	1.20	NRC 1996

Coefficiente	MJ d kg	Fuente de información
C Coeficiente valor macho castrado	1.00	NRC 1996
C Coeficiente valor hembra	0.80	NRC 1996
Cp Coeficiente de preñez	0.10	Tabla 10.7

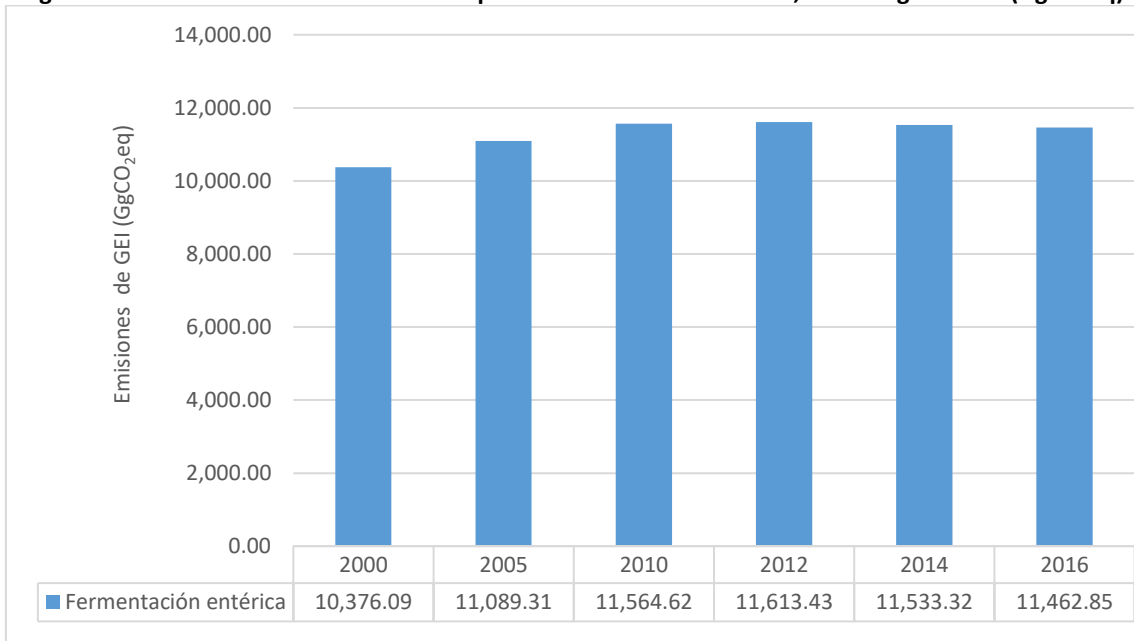
Fuente: Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10. Varias páginas

8.6.1.4. Análisis de resultados

Para el año 2016, las emisiones de metano generadas por la fermentación entérica fueron de 545.85 GgCH₄ que equivalen a 11,462.85 GgCO₂eq, representando el 44.24% de las emisiones del sector. Cabe resaltar que el 76.83% de las emisiones de gases de CH₄ por la fermentación entérica son producidas por el ganado vacuno.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 0.61% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 10.47% respecto al año 2000.

Figura 68. Evolución de emisiones de GEI por la fermentación entérica, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.6.2. Manejo de estiércol

La descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas durante su almacenamiento y tratamiento produce CH_4 . Los principales factores que inciden en las emisiones de CH_4 son la cantidad de estiércol que se produce y la porción que se descompone anaeróbicamente.

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Manejo de estiércol.

8.6.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de metano (CH_4) procedentes del manejo del estiércol y de las emisiones directas de óxido nitroso (N_2O) procedentes del manejo de estiércol, es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.6.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por las empresas bajo la competencia del sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 69. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del manejo de estiércol

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3A2	Manejo de estiércol	Población media anual de animales vivos y por región climática (fría, templada, cálida).	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016-1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada tipo de ganado.	CH ₄ N ₂ O
			Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.		
		Temperatura anual promedio por región.	Temperatura promedio anual según departamento.	°C	INEI, 2017. Perú, Anuario de Estadísticas Ambientales 2017.	Sirven para determinar de forma conjunta un único factor de emisión de metano por tipo de ganado el cual se deberá multiplicar por su población total.	
		Sistemas de manejo de estiércol del ganado.	Sistemas de manejo de estiércol del ganado por especie.		Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020)	Se utiliza para determinar el nitrógeno total excretado por cada sistema de manejo de estiércol y el factor de emisión de N ₂ O a utilizar.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.6.2.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicaron factores de emisión por temperatura anual y sistema de manejo del estiércol por defecto para las emisiones de CH₄ y N₂O establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. Para el caso de llamas, alpacas y cuyes, las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan factores de emisión de CH₄ por defecto, por lo cual se utilizó la fórmula de caracterización de ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas para estimarlos.

En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión aplicados para la estimación de CH₄ por manejo de estiércol.

Tabla 70. Factores de emisión para emisiones de metano provenientes del manejo del estiércol

Ganado	Región Climática			Factor de emisión (kg CH ₄ /cabeza/año)	Fuente de información
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)		
Vacuno lechero	1.00	1.00	2.00	1.04	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Vacuno no lechero	1.00	1.00	1.00	1.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Ovinos	0.10	0.15	0.20	0.12	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Caprinos	0.11	0.17	0.22	0.17	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Caballos	1.09	1.64	2.19	1.43	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Asnos/ Mulas	0.60	0.90	1.20	0.80	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Porcinos	1.00	1.00	2.00	1.11	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Alpacas	0.17	0.26	0.34	0.19	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, página 10.25
Llamas	0.28	0.42	0.56	0.31	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, página 10.25
Aves	0.01	0.02	0.02	0.02	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadros 10.14 - 10.16
Cuyes	0.04	0.04	0.04	0.04	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, página 10.25

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 4, Capítulo 10. Varias páginas.

La siguiente tabla, describe los factores de emisión utilizados para las emisiones de N₂O por manejo de estiércol. Se observa que en algunos casos se ha aplicado los valores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, debido a que se considera que representan mejor las circunstancias nacionales.

Tabla 71. Factores de Emisión de las emisiones directas de óxido nitroso del manejo del estiércol

Sistema de Manejo de Estiércol (SME)	Factor de Emisión (kg de N ₂ O-N/kg de Nex)	Fuente de información
Praderas y pastizales	Las emisiones directas e indirectas de N ₂ O relacionadas con el estiércol depositado en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en el Capítulo de Emisiones de N ₂ O de suelos gestionados.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Distribución diaria	0.000	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Almacenaje de sólidos	0.010	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Quema como combustible	Las emisiones relacionadas con la quema del estiércol se deben declarar bajo la categoría «Quema de combustible» del IPCC si el estiércol se emplea como combustible y bajo la categoría «Incineración de desechos» del IPCC si el estiércol se quema sin recuperación de energía. Las emisiones directas e indirectas de N ₂ O relacionadas con la orina depositada en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en el Capítulo de Emisiones de N ₂ O de suelos gestionados.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Parcelas secas	0.020	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Estiércol de aves de corral con cama	0.001	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21
Estiércol de aves de corral sin cama	0.001	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.21

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 4, Capítulo 10, Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, volumen 4, capítulo 10

Los factores de conversión son presentados en las siguientes tablas:

Tabla 72. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo

Tipo de ganado	TAM (kg/animal)	Fuente de información
Vacuno lechero	520.00	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Otro ganado vacuno	306.21	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Ovinos	25.61	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Caprinos	30.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Caballos	238.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Asnos/Mulas	130.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Porcinos	28.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Alpacas	52.00	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Llamas	100.1	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Aves	3.92	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Cuyes	0.69	FAO-Zaldívar (1997)
Conejos	1.6	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Tabla 73. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal)⁻¹ día⁻¹]

Ganado	Níndice(T)	Nex(T)	Fuente de información
Vacuno lechero	0.48	91.10	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Otro ganado vacuno	0.36	40.24	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Ovinos	1.17	10.94	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Caprinos	1.37	15.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Caballos	0.46	39.96	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Asnos/Mulas	0.46	21.83	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Porcinos	1.64	16.76	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Alpacas	1.99	37.77	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25
Llamas	3.25	118.83	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25
Aves	0.82	1.17	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Cuyes	4.32	1.09	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Tabla 74. PCG utilizado para el metano y óxido nitroso

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21
Óxido nitroso	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995⁴², tabla 4, página 22

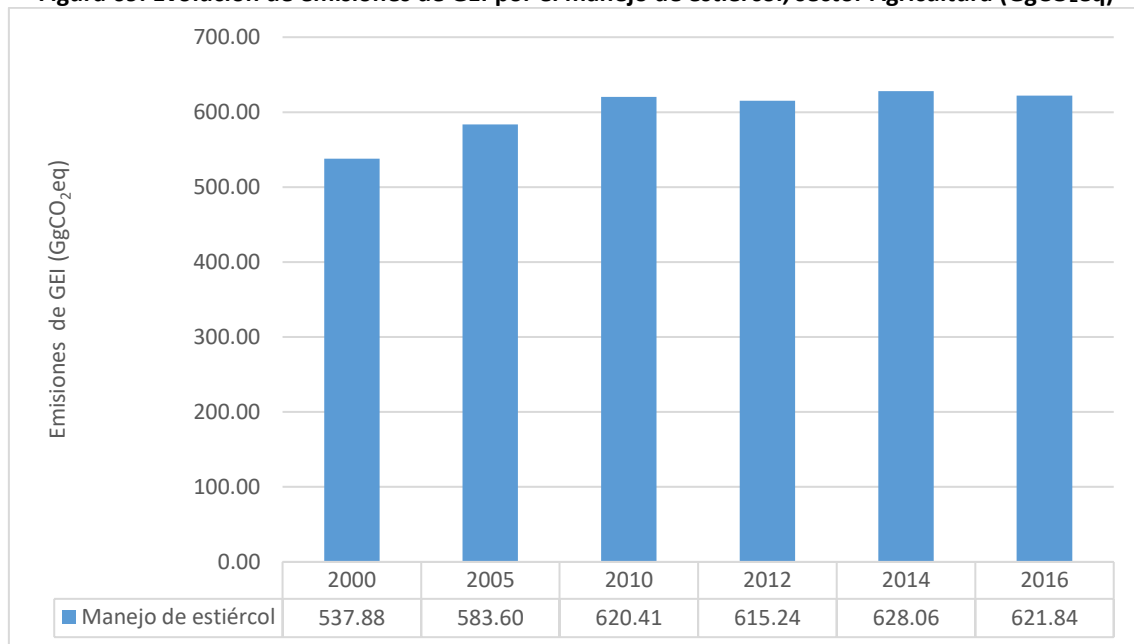
⁴² Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_1_full_report.pdf

8.6.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CH₄ generadas por el manejo de estiércol fueron de 11.72 GgCH₄ que equivalen a 246.03 GgCO₂eq. Cabe resaltar que el 47.58% de las emisiones de CH₄ generadas por el manejo de estiércol son producidas por el ganado vacuno. Por otro lado, las emisiones de N₂O generadas por el manejo de estiércol, en el año 2016 resultaron en 1.21 GgN₂O que equivalen a 375.81 GgCO₂eq. Para este último caso el 43.99% de las emisiones de N₂O generadas por el manejo de estiércol son producidas por el ganado vacuno y el 41.99% por llamas y alpacas.

Respecto la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 0.99% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 15.61% respecto al año 2000.

Figura 69. Evolución de emisiones de GEI por el manejo de estiércol, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra

8.7.1. Emisiones por quema de biomasa

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Emisiones por quema de biomasa de biomasa en Tierras de cultivo y Pastizales.

8.7.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes de la quema de biomasa en Tierras de cultivo y Pastizales es el de Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 75. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes de la quema de tierras de cultivo y pastizales

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C1b	Emisiones de la quema de biomasa en Tierras de cultivo.	Área quemada anual de cultivos.	Superficie Anual de cultivos que se queman.	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	El área quemada se calcula con el porcentaje de quema y la superficie anual.	CH ₄ N ₂ O CO NO _x
		Total de producción anual cosecha del cultivo.	Producción Anual de cultivos que se queman.	toneladas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	Las Directrices del IPCC de 2006 solo proporcionan valores por defecto de masa de combustible disponible para combustión para caña de azúcar, arroz, maíz y trigo. Para otros cultivos se calcula con la siguiente fórmula: $MB = AGR_{(T)} \times FracBrunt_{(T)}$ (Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019).	
3C1c	Emisiones de la quema de biomasa en Pastizales.	Área quemada anual de pastizales.	Superficies de permanencia y conversión del uso de pastizales.	hectáreas	<ul style="list-style-type: none"> • MINAM - Superficies de permanencia y conversión del uso de pastizales (hectáreas) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra. • Mapas de Cambio de Uso del Suelo. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC). • Información satelital de la <i>European Space Agency</i>. 	El área quemada se calcula con el porcentaje de quema y la superficie de permanencia anual.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.1.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006 para tierras de cultivo y pastizales. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 76. Factores de Emisión para la categoría quema de biomasa

Categoría	Residuos de Agricultura (g kg m.s quemada) ⁻¹	Sabana y pastizales (g kg m.s quemada) ⁻¹	Fuente de información
CH ₄	2.70	2.30	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
CO	92.00	65.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
N ₂ O	0.07	0.21	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
NO _x	2.50	3.90	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

A continuación, en las siguientes tablas se muestran los factores de conversión utilizados:

Tabla 77. Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa

Cultivos	Proporción del área total de cada cultivo donde se quema biomasa
Caña para azúcar	0.95
Arroz cáscara	0.20
Algodón	0.40
Uva	0.05
Mango	0.05

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 78. Porcentaje de quema de pastos

Tipo de vegetación	Proporción del área total de pastizales donde se quema biomasa
Pastos quemados	0.20

Fuente: Dictamen de Expertos AILAC 2018

Tabla 79. PCG utilizado para el CH₄ y N₂O

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21
Óxido nitroso	310

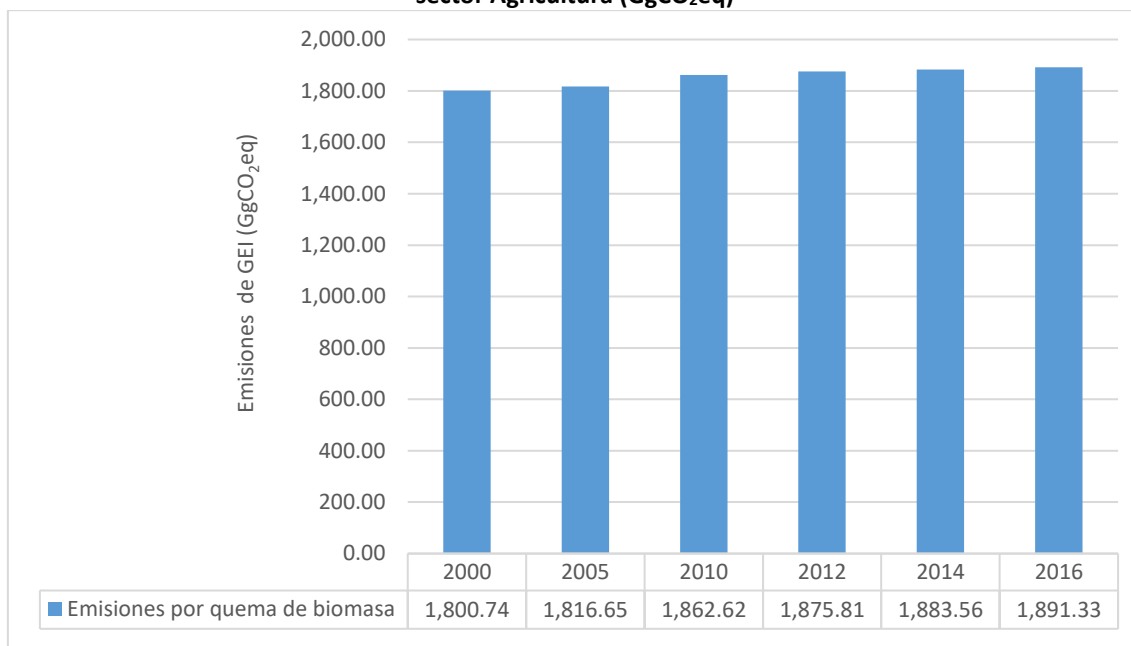
Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995, tabla 4, página 22

8.7.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CH₄ y N₂O generadas por la quema de biomasa en tierras de cultivo fueron de 2.73 Gg CH₄ y 0.07 Gg N₂O que equivalen a 79.29 GgCO₂eq, representando el 0.31% de las emisiones totales del sector. Mientras que las emisiones de CH₄ y N₂O generadas por la quema de biomasa en Pastizales fueron de 36.75 GgCH₄ y 3.36 GgN₂O que equivalen a 1,812.04 GgCO₂eq, representando el 6.99% de las emisiones totales del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 0.41% respecto al año 2014 y en un 5.03% respecto al año 2000.

Figura 70. Evolución de emisiones de GEI por la quema de biomasa en tierra de cultivos y pastizales, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.2. Aplicación de urea

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Aplicación de urea.

8.7.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de CO₂ provenientes por la aplicación de urea es el de Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.2.2. Datos de actividad

El dato de actividad de esta categoría ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindado por MIDAGRI. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 80. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CO₂ provenientes de la aplicación de urea

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C3	Aplicación de urea.	Cantidad anual de aplicación de urea.	Cantidad anual de importaciones de fertilizante de Urea.	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios.	La cantidad se multiplica por su respectivo factor de emisión, para determinar las emisiones de GEI.	CO ₂

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.2.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicaron factores de emisión por defecto tomados de las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 81. Factores de Emisión de metano procedentes de la aplicación de urea

Tipo de fertilizante	Aplicación de Urea t de C (t de insumo) ⁻¹	Fuente de información
Urea	0.20	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, página 11.36

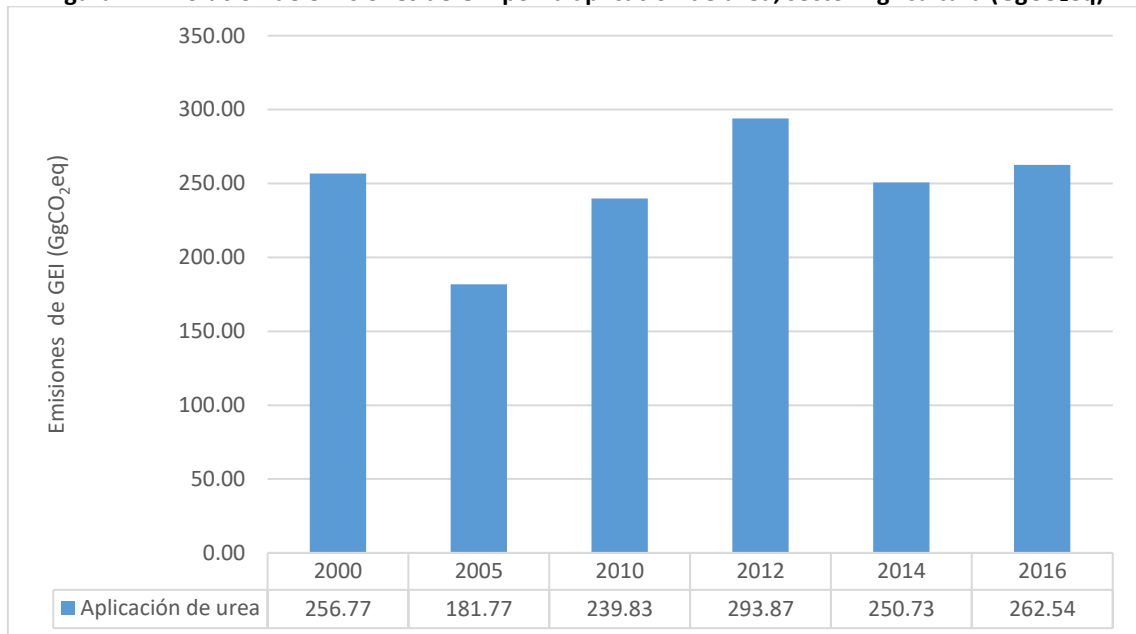
Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CO₂ generadas por la aplicación de urea fueron de 262.54 GgCO₂eq, que representa el 1.01% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 4.71% respecto al año 2014 y en un 2.25% respecto al año 2000.

Figura 71. Evolución de emisiones de GEI por la aplicación de urea, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.3. Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Emisiones directas de N₂O de suelos gestionados.

8.7.3.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones directas de N₂O procedentes de suelos gestionados es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.3.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por MIDAGRI. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 82. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de N₂O provenientes de suelos gestionados

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados.	Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético.	Cantidad Anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados.	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios.	Se utiliza para determinar el contenido de N en los fertilizantes.	N ₂ O
		Cantidad anual de N en residuos agrícolas.	Superficie Anual de principales cultivos por región.	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	Se utiliza para determinar de N de residuos agrícolas.	
			Producción Anual de principales cultivos por región.	toneladas			
			Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa	%	Correo electrónico de la Dirección General Agrícola del MIDAGRI.		
		N mineralizado/inmovilizado asociado a cambios en materia orgánica del suelo debido a cambios en el uso de la tierra.	Pérdida promedio anual de carbono del suelo por tipo de uso de la tierra.	toneladas	RAGEI UTCUTS - Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra.	Se utilizan para el cálculo de la cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios de uso de tierras.	
		Superficie de suelos orgánicos.	NE	NE	NE	Se utiliza para determinar la superficie total anual de suelos orgánicos / drenados gestionados.	
Cantidad anual de N por deposición de heces y orina de	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.	Se utiliza para determinar la cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos y la cantidad anual de N de la orina y el			

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
		animales en suelos bajo pastoreo.			Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo.	
			Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.		
				Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado por especie.		Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020) Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018).	Se utiliza para determinar cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados por sistema de manejo de estiércol.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.3.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 83. Factores de Emisión de las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados

Factor de Emisión	Emisión directa de N ₂ O de suelos manejados [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	Fuente de información
EF1 para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo.	0.010	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.1
EF1FR para arrozales inundado.	0.003	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.1
EF3PRP, CPP para vacunos (lecheros y no lecheros, y búfalos), aves de corral y porcinos [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹].	0.020	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.1
EF3PRP, SO para ovinos y «otros animales» [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹].	0.010	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.1

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Asimismo, se utilizaron los siguientes factores de conversión:

Tabla 84. Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante

Tipo de Fertilizante	N en el fertilizante
Urea	46%
Fosfato diamónico	18%
Sulfato amónico	21%
Nitrato amónico	34%

Fuente: FAO (s.f.)

Tabla 85. Factores por defecto para la estimación del N agregado a los suelos a partir de Residuos Agrícolas

Cultivos	SECO	Pendiente	Intercepción	NAG	RBG-BIO	NBG
Caña para azúcar	0.900	0.300	0.000	0.015	0.540	0.012
Arroz cáscara	0.890	0.950	2.460	0.007	0.160	0.009
Banana / plátano	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz a. duro	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Cebolla de cabeza	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Quinua	0.880	1.090	0.880	0.006	0.220	0.009
Alcachofa	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Algodón	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Piña	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz choclo	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Espárrago	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz amiláceo	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Tomate	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Trigo	0.890	1.510	0.520	0.006	0.240	0.009
Cebada grano	0.890	0.980	0.590	0.007	0.022	0.014
Palma aceitera	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Café pergamino	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014

Cultivos	SECO	Pendiente	Intercepción	NAG	RBG-BIO	NBG
Cacao	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Arveja gr. Verde	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Arveja grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Frijol grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Haba grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Pallar grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Frijol castilla /caupi	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Tarwi	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Haba grano verde	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Soya	0.910	0.930	1.350	0.008	0.190	0.008
Papa	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Yuca	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Camote	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Alfalfa	0.900	0.290	0.000	0.270	0.400	0.019

Fuente de información: Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.2

Tabla 86. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo

Tipo de ganado	TAM (kg/animal)	Fuente de información
Vacuno lechero	520.00	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Otro ganado vacuno	306.21	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Ovino	25.61	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Caprino	30	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Caballos	238	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Asnos/Mulas	130	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Porcino	28	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, anexo 10A.2, tabla 10A-9
Alpaca	52	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Llama	100.1	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Ave	3.92	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Cuyes	0.69	FAO-Zaldívar (1997)
Conejos	1.6	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA-MIINAGRI

Tabla 87. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal)⁻¹ día⁻¹]

Ganado	Níndice(T)	Nex(T)	Fuente de información
Vacuno lechero	0.48	91.10	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Otro ganado vacuno	0.36	40.24	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Ovino	1.17	10.94	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Caprino	1.37	15.00	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Caballos	0.46	39.96	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Asnos/Mulas	0.46	21.83	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Porcino	1.64	16.76	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23

Ganado	Níndice(T)	Nex(T)	Fuente de información
Alpaca	1.99	37.77	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25
Llama	3.25	118.83	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25
Ave	0.82	1.17	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.23
Cuyes	4.32	1.09	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 10, cuadro 10.25

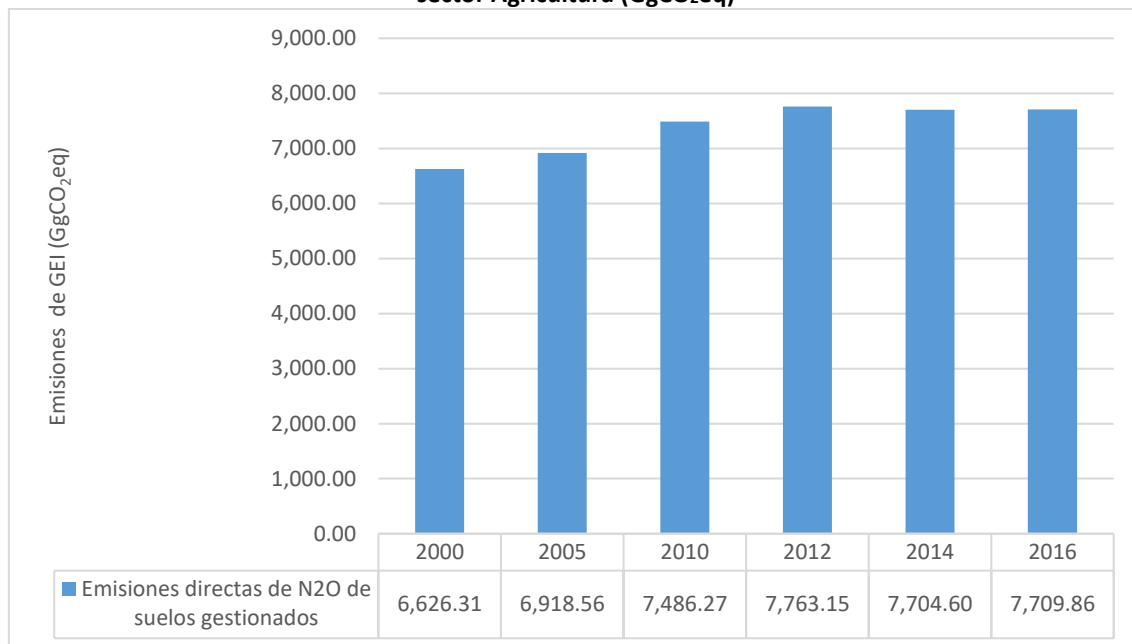
Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

8.7.3.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones directas de N₂O generadas por suelos gestionados fueron de 24.87 GgN₂O que equivalen a 7,709.86 GgCO₂eq, que representa el 29.76% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 0.07% respecto al 2014 y en un 16.35% respecto al año 2000.

Figura 72. Evolución de emisiones de GEI por las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.4. Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados.

8.7.4.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.4.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por MIDAGRI. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 88. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N₂O provenientes de suelos gestionados

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados.	Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético.	Cantidad Anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados.	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios.	Se utiliza para determinar el contenido de N en los fertilizantes.	N ₂ O
		Cantidad anual de N en residuos agrícolas.	Superficie Anual de principales cultivos por región.	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	Se utiliza para determinar de N de residuos agrícolas.	
			Producción Anual de principales cultivos por región (toneladas).	toneladas			
			Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa	%	Correo electrónico de la Dirección General Agrícola del MIDAGRI.		
		N mineralizado/inmovilizado asociado a cambios en materia orgánica del suelo debido a cambios en el uso de la tierra.	Pérdida promedio anual de carbono del suelo por tipo de uso de la tierra.	toneladas	RAGEI UTCUTS - Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra.	Se utilizan para el cálculo de la cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios de uso de tierras.	
		Superficie de suelos orgánicos.	NE	NE	NE	Se utiliza para determinar la superficie total anual de suelos orgánicos / drenados gestionados.	
Cantidad anual de N por deposición de heces y orina de	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.	Se utiliza para determinar la cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos y la cantidad anual de N de la orina y el			

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
		animales en suelos bajo pastoreo.			Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo.	
			Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.		
				Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado por especie.		Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020) Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018).	Se utiliza para determinar cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados por sistema de manejo de estiércol.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.4.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 89. Factores de Emisión de las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados

Factor de Emisión	Emisión indirecta de N ₂ O de suelos manejados [kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹]	Fuente de información
EF4 (volatilización y re-deposición de N), kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹	0.010	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3
EF5 [lixiviación/escorrimento], kg N ₂ O-N (kg N lixiviación/escorrimento) ⁻¹	0.011	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3
Fra _{CGASF} [Volatilización de fertilizante sintético], (kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg N aplicado) ⁻¹	0.110	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3
Fra _{CGASM} [Volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados, y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo], (kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg N aplicado o depositado) ⁻¹	0.210	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3
Fra _{CLEACH-(H)} [N losses by leaching/runoff in wet climates], kg N (kg N additions or deposition by grazing animals) ⁻¹	0.240	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

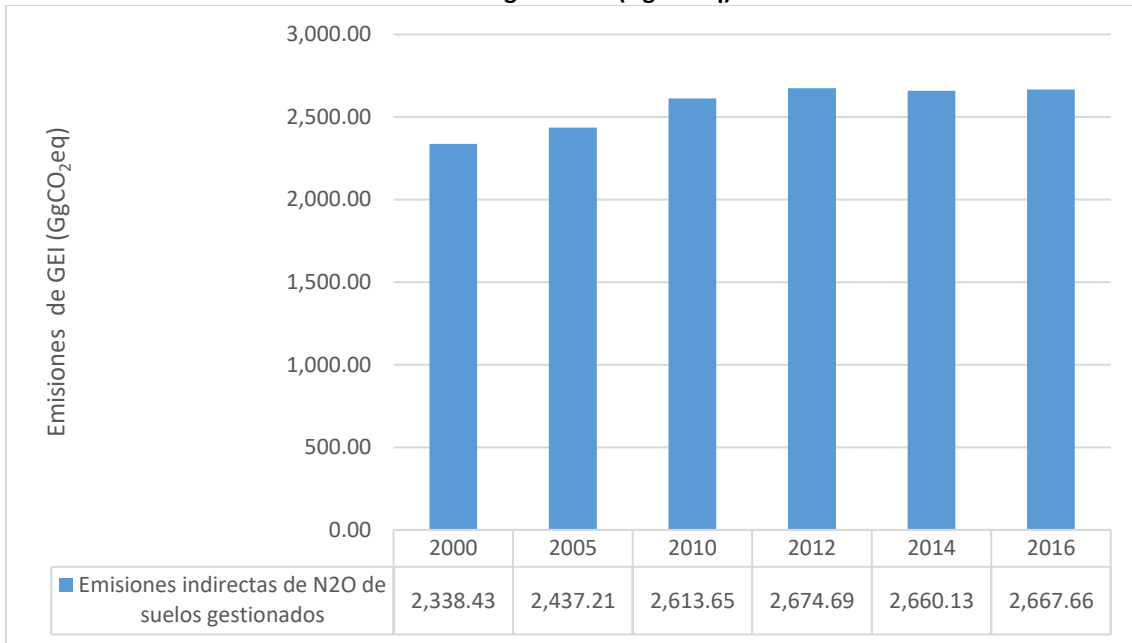
Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

8.7.4.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones indirectas de N₂O generadas por suelos gestionados fueron de 8.61 GgN₂O que equivalen a 2,667.66 GgCO₂eq, que representa el 10.30% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones en el año 2016 se incrementaron en un 0.28% respecto al año 2014 y en un 14.08% respecto al año 2000.

Figura 73. Evolución de emisiones de GEI por las emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.5. Emisiones indirectas de N₂O por manejo de estiércol

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría Emisiones indirectas de N₂O por manejo de estiércol.

8.7.5.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones indirectas de N₂O por manejo de estiércol es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.5.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por MIDAGRI. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 90. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N₂O provenientes del manejo de estiércol

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C6	Manejo de estiércol	Población media anual de animales vivos.	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016-1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada tipo de ganado.	N ₂ O
			Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI.		
		Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado.	Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado por especie	%	Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020)	Se utiliza para determinar el nitrógeno total excretado por cada sistema de manejo de estiércol y el factor de emisión de N ₂ O a utilizar.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.5.3. Factores de emisión y conversión

Se aplicó el factor de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006, el mismo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 91. Factor de Emisión de las emisiones indirectas de óxido nitroso del manejo de estiércol

Factor de Emisión	Emisión indirecta de N ₂ O de la gestión del estiércol [kg N ₂ O–N (kg N) ⁻¹]	Fuente de información
EF ₄ (volatilización y redeposición de N), kg N ₂ O–N (kg NH ₃ –N + NO _x –N volatilizado) ⁻¹	0.010	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 11, cuadro 11.3

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Asimismo, las siguientes tablas muestran los factores de conversión utilizados:

Tabla 92. Valores por defecto para la pérdida de nitrógeno debida a volatilización de NH₃ y NO_x de la gestión del estiércol

Ganado	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero	7.00%	30.00%	-	-	-
Otro ganado vacuno	-	45.00%	-	-	-
Ovino	-	12.00%	-	-	-
Caprino	-	12.00%	-	-	-
Caballos	-	12.00%	-	-	-
Asnos/Mulas	-	12.00%	-	-	-
Porcino	-	45.00%	-	-	-
Alpaca	-	12.00%	-	-	-
Llama	-	12.00%	-	-	-
Ave	-	-	-	40.00%	55.00%
Cuyes	-	12.00%	-	-	-

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

Tabla 93. Valores por defecto del total de pérdida de nitrógeno producida por la gestión del estiércol

Ganado	Distribución diaria (%)	Almacenaje de sólidos (%)	Parcelas secas (%)	Estiércol de aves de corral con cama (%)	Estiércol de aves de corral sin cama (%)
Vacuno lechero	22.00	40.00	-	-	-
Otro ganado vacuno	-	50.00	-	-	-
Ovino	-	15.00	-	-	-
Caprino	-	15.00	-	-	-
Caballos	-	15.00	-	-	-
Asnos/Mulas	-	15.00	-	-	-
Porcino	-	50.00	-	-	-
Alpaca	-	15.00	-	-	-
Llama	-	15.00	-	-	-
Ave	-	-	-	50.00	55.00
Cuyes	-	15.00	-	-	-

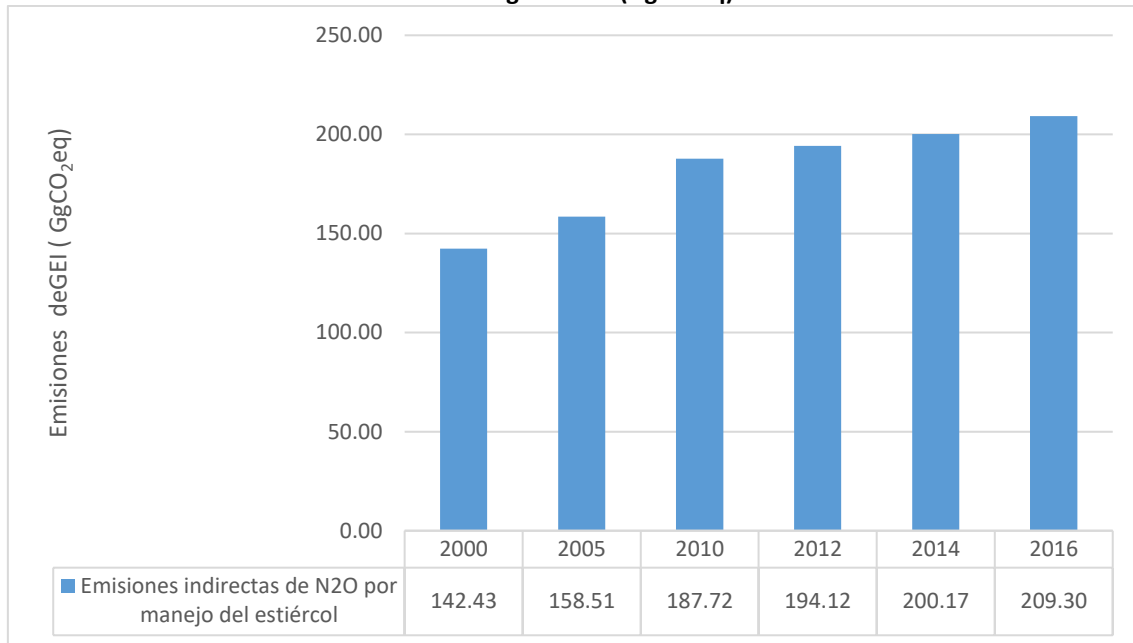
Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020

8.7.5.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones indirectas de N₂O generadas por el manejo de estiércol fueron de 0.68 GgN₂O que equivalen a 209.30 GgCO₂eq, que representa el 0.81% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 4.56% respecto al año 2014 y en un 46.95% respecto al año 2000.

Figura 74. Evolución de emisiones de GEI por las emisiones indirectas de N₂O del manejo de estiércol, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.6. Cultivos de arroz

En este subcapítulo se describe el método de cálculo, datos de actividad, factores de emisión y de conversión aplicados, así como los resultados de la estimación de emisiones de GEI de la subcategoría cultivos de arroz.

8.7.6.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de CH₄ producidas por el cultivo de arroz es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

8.7.6.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por MIDAGRI. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 94. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes de cultivos de arroz

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C7	Cultivos de Arroz	Superficie cosechada anual.	Superficie cosechada anual por región.	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	Junto con el periodo de cultivo, se utiliza para determinar las emisiones de GEI de los cultivos de arroz.	CH ₄
		Período de cultivo de arroz.	Periodo de cultivo de arroz según zona de producción.	Días	Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020).		
		Tipo de régimen de agua a nivel nacional y su participación a nivel nacional.	Participación de los cultivos por tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz.	%	Dictamen de experto 2020. MIDAGRI.		

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.6.3. Factores de emisión y conversión

El detalle sobre los factores de emisión y los factores de ajuste utilizados se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 95. Factores de ajuste para determinar factores de emisión de cultivos de arroz

Factor	Valor calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
Factor ajustado de emisión diaria.	C	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, ecuación 5.2
Factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.11
Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.12
Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.13

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 96. Factor de emisión por defecto para campos continuamente inundados sin enmiendas orgánicas

Región	Factor de emisión (kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹)	Fuente de información
Sudamérica	1.27	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.11

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Asimismo, en las siguientes tablas se muestran los factores de conversión utilizados:

Tabla 97. Factor de escala para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo de arroz

Régimen de gestión del agua		Factor de escala (SF _w)	Fuente de información
Tierras altas		-	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.12
Irrigadas	Inundados permanentemente	1.00	
	Periodo de drenaje simple	0.71	
	Periodo de drenaje múltiple	0.55	
Alimentadas a lluvia y aguas profundas	Alimentación regular por lluvia	0.54	
	Con tendencia a la sequía	0.16	
	Aguas profundas	0.06	

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 98. Factor de escala para contar diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del período de cultivo de arroz

Régimen de agua antes del cultivo de arroz	Factor de Escala (SFp)	Fuente de información
	Agregado	
Pretemporada no inundada <180 d	1.22	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.13
Pretemporada no inundada > 180 d		
Pretemporada inundada > 30 d		
Pretemporada no inundada > 365 d		

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

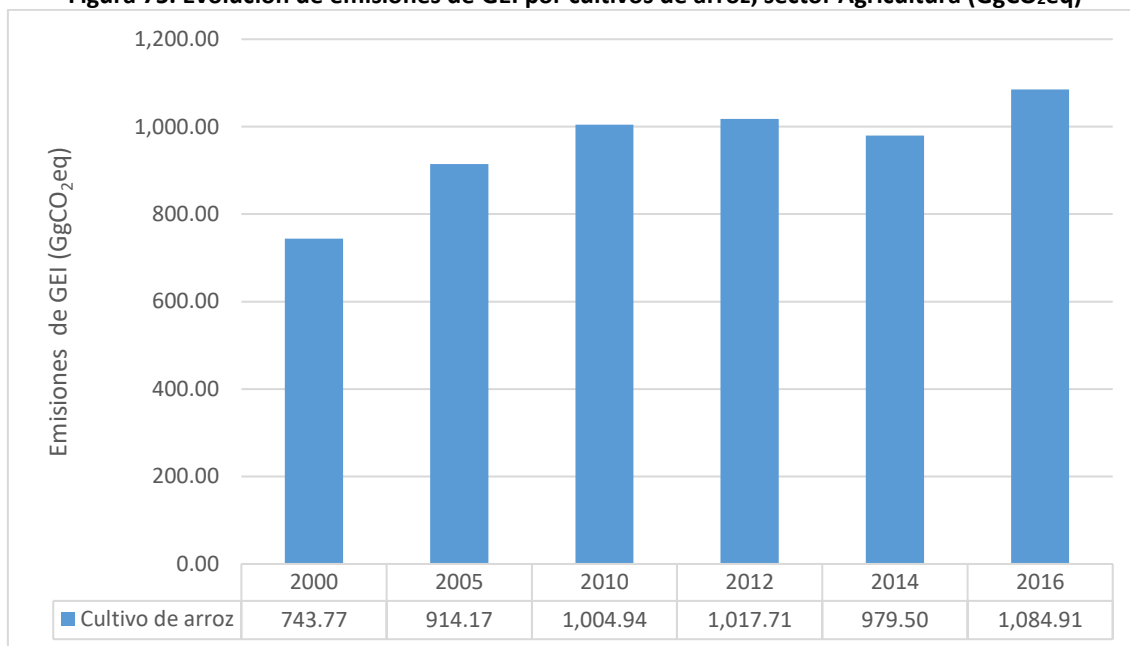
Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

8.7.6.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CH₄ generadas por cultivos de arroz fueron de 51.66 GgCH₄ que equivalen a 1,084.91 GgCO₂eq, lo que representa el 4.19% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 10.76% respecto al año 2014 y en un 45.87% respecto al año 2000.

Figura 75. Evolución de emisiones de GEI por cultivos de arroz, sector Agricultura (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

9. RESULTADO DEL SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA

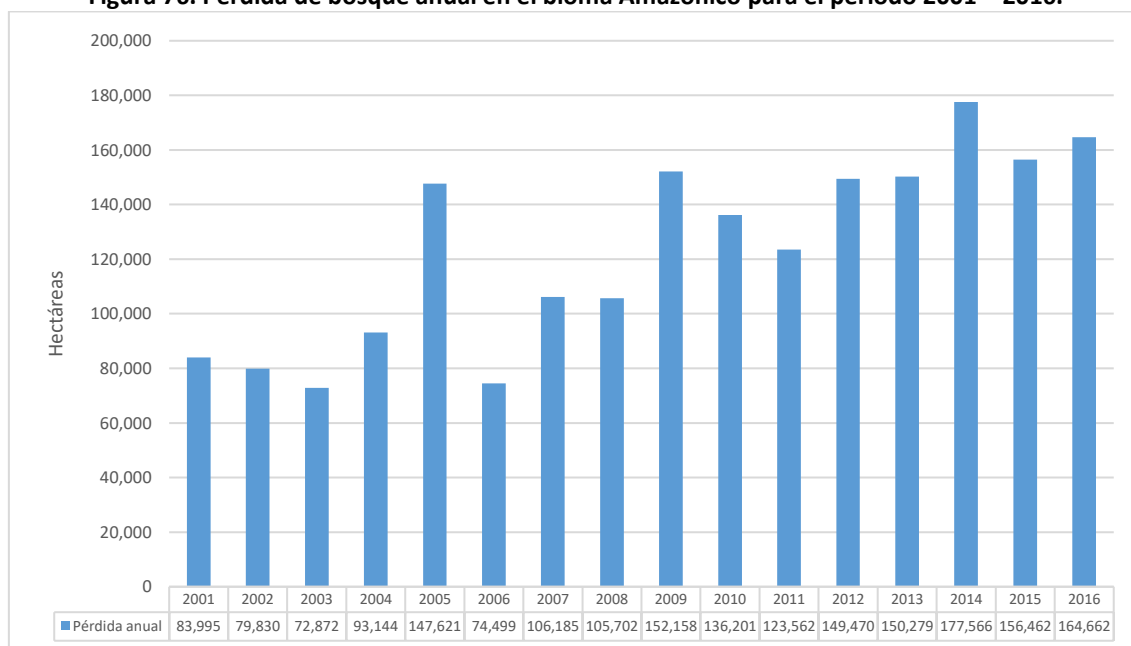
El sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), abarca las emisiones y remociones de GEI en reservorios de carbono de tierras gestionadas en (3B1) Tierras forestales, (3B2) Tierras de cultivos, (3B3) Pastizales, (3B5) Asentamientos, y (3B6) Otras tierras.

9.1. Análisis de la situación sectorial

Los bosques húmedos amazónicos representan el 94.00% de total de bosques en el Perú y se ubican en 15 departamentos: Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Loreto, Madre De Dios, Pasco, Piura, Puno, San Martín y Ucayali⁴³.

Entre los años 2001 y 2016, la deforestación bruta en la Amazonía Peruana acumuló una pérdida total de bosque de 1,974,208.00 ha, con un promedio anual de pérdida de 123,388.00 ha. Durante el año 2016, se registró una pérdida de 164,662.00 ha de bosques húmedos amazónicos. Esta cifra es 5.20% mayor respecto al 2015, pero 7.30% menos que el 2014. De esa manera, al 2016, la superficie de bosques húmedos amazónicos remanente en el país fue de 68,733,265.00 ha⁴⁴. La siguiente figura, presenta la pérdida de bosque anual en el bioma Amazonía durante el periodo 2001 – 2016.

Figura 76. Pérdida de bosque anual en el bioma Amazónico para el período 2001 – 2016.



Fuente: PNCBMCC - MINAM. 2017

La información sobre bosques en el Perú es generada por el Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques (MMCB)⁴⁵, que es coordinado por el MINAM, a través del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), en forma colaborativa con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del MIDAGRI. El MMCB tiene mapeado el 94 % del total de la superficie de bosques en el país, que corresponde a los bosques húmedos amazónicos, asimismo, se ha trabajado en el desarrollo de una

⁴³ Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. 2019. Apuntes del Bosque N°1: Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2018. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/65725>

⁴⁴ Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques. Recuperado de: <http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>

⁴⁵ Creado mediante Decreto Legislativo N° 1220-2015

metodología para el monitoreo de los bosques secos, y se espera hacer lo propio para monitorear los bosques andinos. El objetivo es contar con el monitoreo de la totalidad de bosques en el Perú, ya que actualmente se conoce muy poco sobre la situación de conservación de los bosques de los biomas de Costa y Sierra.

9.2. Representación coherente de las tierras

Las categorías de uso de la tierra se definieron en base a las Directrices del IPCC de 2006, es así, que toda la superficie nacional se encuentra representada en seis categorías de uso: Tierras forestales, Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras. Asimismo, cada categoría de uso ha sido analizada según subcategorías nacionales a partir de la estratificación de la superficie nacional en tres biomas: Amazonía, Costa y Sierra.

A partir de información espacial de uso y cambio uso de la tierra de fuente nacional y global, se han elaborado matrices de uso y cambio de uso de la tierra para cada año de la serie de INGEI. Para lograr la representación de la superficie nacional, se construyeron matrices de uso y cambio de uso para cada periodo de cambio entre un año inventario y el siguiente, logrando así representar los periodos 1994 – 2000, 2000 -2005, 2005-2010, 2010 -2012, 2012-2014, y 2014-2016 en los tres biomas analizados. Además, como parte de la mejora de la calidad del INGEI 2016, se construyeron matrices de uso y cambio de uso de la tierra considerando la dependencia temporal de 20 años señalada por las Directrices del IPCC, logrando representar al bioma Amazonía con matrices para los periodos 1975-1994, 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, 1993-2012, 1995-2014, y 1997-2016; y a los biomas Costa y Sierra, con matrices para los periodos 1995-2014, y 1997-2016.

Todas las matrices construidas han sido utilizadas como datos de actividad para realizar todas las estimaciones del sector UTCUTS.

Con respecto a los métodos aplicados, para representar las tierras del bioma Amazonía en el INGEI 2016 y en la actualización de los años 2000, 2005, 2010, 2012, y 2014, se ha empleado el método 3, gracias a la disponibilidad de productos del monitoreo satelital de los bosques amazónicos para los periodos 1995-2000, 2000, 2011, 2011-2013, y 2013 – 2016, y a técnicas de modelamiento espacial que han sido aplicadas para reconstruir el periodo histórico entre los años 1975 y 1994. Es así que, para este bioma, se han generado matrices de uso y cambio de uso de la tierra de 20 años para los periodos 1975-1994, 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, 1993-2012, 1995-2014, y 1997-2016.

En el caso de los biomas de Costa y Sierra se ha empleado el método 2 para la representación de las tierras en el INGEI 2016 y en la actualización del año 2014, producto del uso de mapas de cobertura de uso globales de *The European Space Agency* (ESA), donde están disponibles mapas globales de cobertura de suelo desde 1992 hasta 2018, lo que ha permitido construir matrices de 20 años para los periodos 1997 – 2016 y 1995 - 2014. En el caso de la actualización de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se ha empleado el método 1, ya que, debido a limitaciones de información, no ha sido posible construir matrices de 20 años para los periodos 1975-1994, 1981-2000, 1986-2005, 1991-2010, 1993-2012.

La siguiente tabla presenta la superficie de cada uso de la tierra y sus respectivas permanencias y conversiones durante un periodo de 20 años para toda la superficie nacional (incluye a los biomas Amazonía, Costa y Sierra). Las superficies resaltadas en la diagonal corresponden a las tierras que se mantienen en el mismo uso, mientras que las áreas por fuera de la diagonal corresponden a las superficies que se encuentran en conversión de una categoría a otra durante 20 años. La superficie de cambio de uso de cada categoría es igual a la suma de los cambios anuales entre dos categorías específicas en un período de 20 años.

Tabla 99. Matriz de uso y cambio de uso de la tierra de la superficie total del país (ha), para el período 1997-2016

Periodo 1997 - 2016	Tierras forestales	Tierras de cultivos	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	Año 1997
Tierras forestales	72,769,135.64	834,552.78	1,298,566.49	12,253.06	62,443.07	88,604.18	75,065,555.21
Tierras de cultivos	9,613.08	5,711,464.96	531,384.95	8,682.13	7,172.72	2,855.30	6,271,173.14
Pastizales	57,540.96	639,229.73	35,274,866.55	80,841.36	39,017.13	180,959.75	36,272,455.49
Humedales	1,992.42	3,967.42	17,128.19	3,091,133.34	282.38	516.11	3,115,019.85
Asentamientos	-	434.52	3,607.38	682.38	168,920.42	-	173,644.70
Otras tierras	4,345.97	5,334.53	320,747.62	2,486.66	12,550.82	8,183,275.47	8,528,741.05
Año 2016	72,842,628.06	7,194,983.94	37,446,301.17	3,196,078.92	290,386.53	8,456,210.82	129,426,589.44

Fuente: GTA, 2020

Los insumos utilizados para la representación de las tierras son descritos en la siguiente tabla:

Tabla 100. Insumos para elaborar las matrices de uso y cambio de uso

Información	Fuente
Mapa de Cambio de Uso de la Tierra periodos 1995-2000, 2000- 2011, 2011-2013, y 2013 – 2016	Recuperado de: http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/vi ew/descargas.php
Mapas de cobertura de uso global del Proyecto CCI-LC de <i>The European Space Agency</i> (ESA). Años 1994, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016	Recuperado de: http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/index.php

Fuente: GTA, 2020

El Mapa de Cambio de Uso de la Tierra del MMBB fue el principal insumo utilizado para el análisis del bioma Amazonía. La correspondencia entre las clases del Mapa de Cambio de Uso de la Tierra del PNCBMC y las categorías de tierras del IPCC se describen las en la siguiente tabla.

Tabla 101. Correspondencia entre las clases del Mapa de cambio de uso de tierras del PNCBMCC y las categorías de tierras del IPCC

Clases de Cobertura Mapas Cambio de Uso de Tierras	Categorías de la Tierra Directrices del IPCC de 2006					
	Tierras Forestales	Tierras de Cultivos	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras
	Bosque Primario	Agricultura	Pastizal/ Herbazal	Cuerpos de Agua	Áreas Artificializadas	Áreas Mineras
Humedales boscosos	Vegetación Secundaria		Humedales en No Bosque			

Fuente: PNCBMCC – MINAM, 2017

9.3. Consistencia con el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF)

Bajo un enfoque de mejora continua, Perú inició la actualización del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales⁴⁶ de manera posterior a la elaboración del INGEI 2016, por lo que en este momento ambos reportes no son consistentes.

El INGEI 2016 ha realizado la representación de tierras para los biomas Amazonía, Costa y Sierra, cubriendo así todo el territorio nacional. Para el bioma Amazónico se han utilizado datos de actividad generados a partir de mapeo anual de pérdida de cobertura por “conteo de píxeles”, proceso a cargo del PNCBMCC, disponible a través de la plataforma Geobosques. De la misma forma, para la representación de los biomas Costa y Sierra, los datos de actividad se han generado a partir de mapas de cobertura de uso global del Proyecto CCI-LC de *The European Space Agency* (ESA)⁴⁷.

Por otro lado, como parte de un esfuerzo del país de aplicar metodologías más actualizadas, la actualización del NREF utilizó el muestreo sistemático, el cual es un enfoque costo-efectivo, de fácil implementación y que permite generar información geoespacial histórica sobre la dinámica de la deforestación, permitiendo estimar el sesgo de las áreas, construyendo intervalos de confianza alrededor de estas, y reduciendo el error de muestreo.

Con respecto a los factores de emisión, mientras que el INGEI 2016 ha utilizado los resultados del panel 1 del INFFS, el NREF ha aplicado factores de emisión a partir de la sistematización e

⁴⁶ El Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por deforestación bruta del Perú en el bioma Amazónico, ha sido presentado ante la CMNUCC en febrero del 2021. El documento se encuentra disponible en: https://redd.unfccc.int/files/nref_peru_final.pdf

⁴⁷ http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/ESA_global_land_cover_map_available_online

integración de las bases de datos del INFFS y la recopilación de estudios en ForestPlots.net. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la actualización del NREF fue posterior al proceso de elaboración del INGEI 2016, razón por la cual los factores de emisión todavía no se han alineado en este reporte.

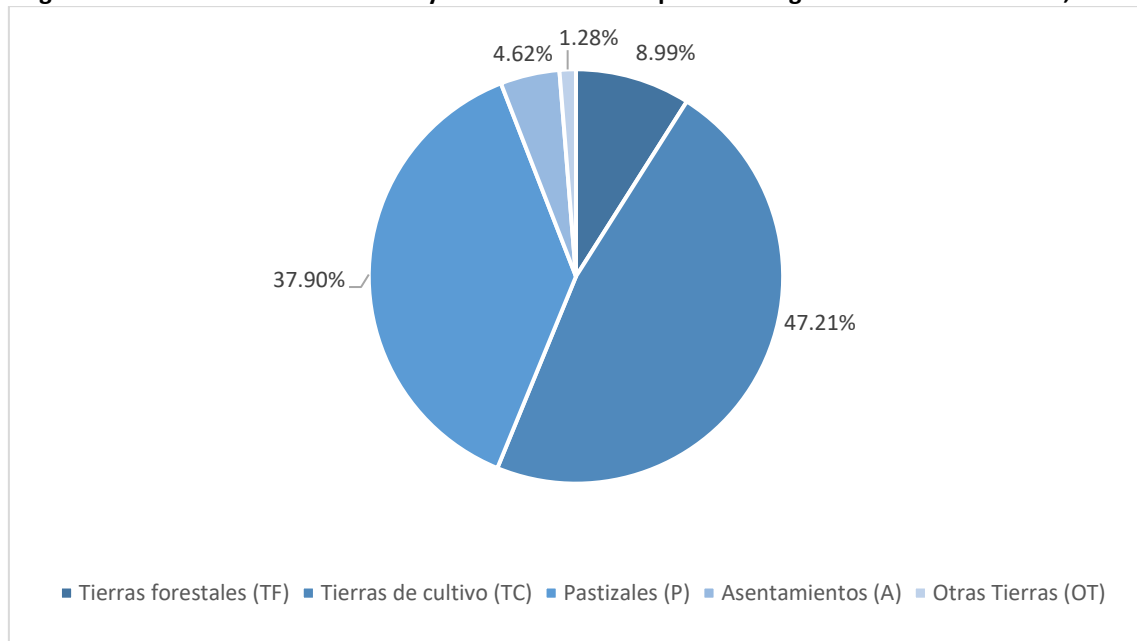
En función a lo descrito, los métodos e insumos aplicados en el NREF han sido realizados bajo un enfoque de mejora gradual, siendo la primera ocasión que el país lo aplica para una estimación de emisiones en el sector forestal. En ese sentido, el MINAM y el MIDAGRI-SERFOR los incorporará en los siguientes reportes del país, a fin de asegurar la consistencia entre los documentos que se presenten ante la CMNUCC.

9.4. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI del sector UTCUTS incluyen las emisiones de la categoría Tierras (3B), y las subcategorías Tierras forestales (3B1), Tierras de cultivo (3B2), Pastizales (3B3), Asentamientos (3B5), y Otras Tierras (3B6). No se incluyó la estimación de las emisiones de la subcategoría Humedales (3B4) debido principalmente a la falta de información sobre superficies sujetas a extracción de turba y de superficies anegadas para la estratificación de suelos orgánicos y minerales.

En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 108,991.29 GgCO₂eq, representando el 53.09% del total de emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión fue la subcategoría de Tierras de cultivos, con 51,450.82 GgCO₂eq, que representa el 47.21% del total de emisiones del sector. Asimismo, dentro de las tierras convertidas en tierras de cultivos, la conversión de tierras Forestales a tierras de cultivos representa el 96.66% de las emisiones de esta subcategoría. La segunda fuente de emisión más importante es la subcategoría de Pastizales, con 41,309.08 GgCO₂eq, que en términos absolutos representa el 37.90% del total de emisiones del sector. En tercer orden se encuentra las emisiones de la subcategoría Tierras forestales, con 9,799.32 GgCO₂eq, que representan el 8.99% de los resultados del sector. Las demás subcategorías en conjunto representan el 5.90% de las emisiones del sector. Los resultados por subcategoría se muestran en la siguiente figura:

Figura 77. Distribución de emisiones y remociones de GEI por subcategorías del sector UTCUTS, 2016

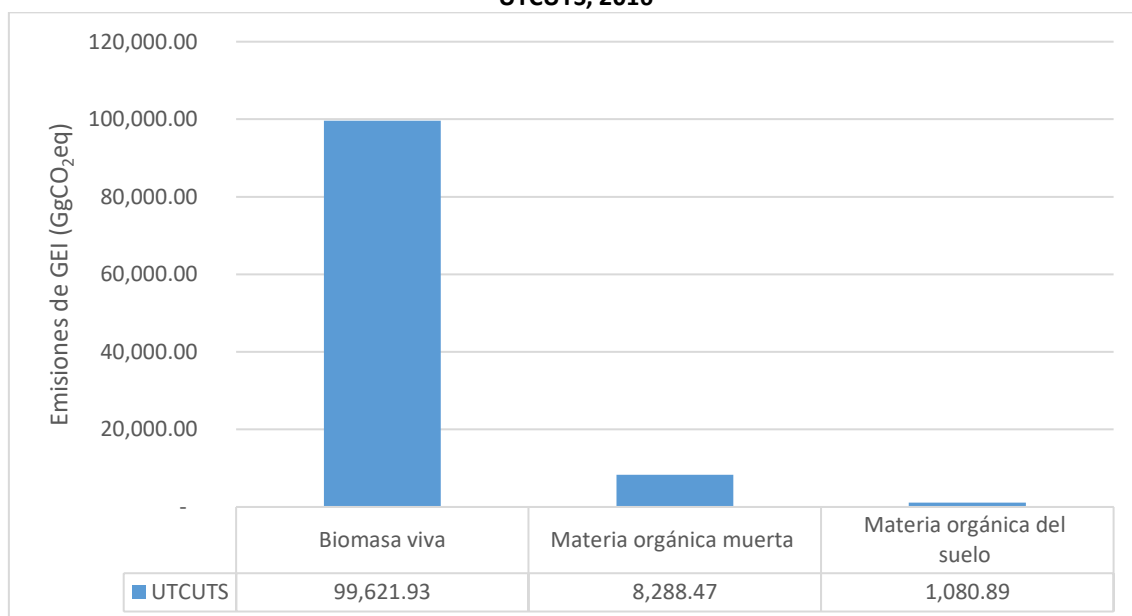


Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, es importante resaltar que, a diferencia de reportes anteriores, el INGEI 2016 incluye las estimaciones de las emisiones y remociones de CO₂ de los reservorios de carbono: biomasa viva (biomasa aérea y subterránea), materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca), y materia orgánica del suelo, para todas las categorías de uso de la tierra analizadas. Esto se ha conseguido gracias a la construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra para periodos de 20 años (período por defecto para determinar el cambio de stock de carbono orgánico del suelo).

En la siguiente figura se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde 99,621.93 GgCO₂, que concierne al 91.40% de las emisiones del sector, corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva; 8,288.47 GgCO₂, es decir el 7.60% corresponde a los cambios en las existencias de carbono en la materia orgánica muerta, y 1,080.89 GgCO₂, es decir el 0.99% corresponde a los cambios en las existencias de carbono en suelos minerales (materia orgánica del suelo).

Figura 78. Distribución de emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono del sector UTCUTS, 2016



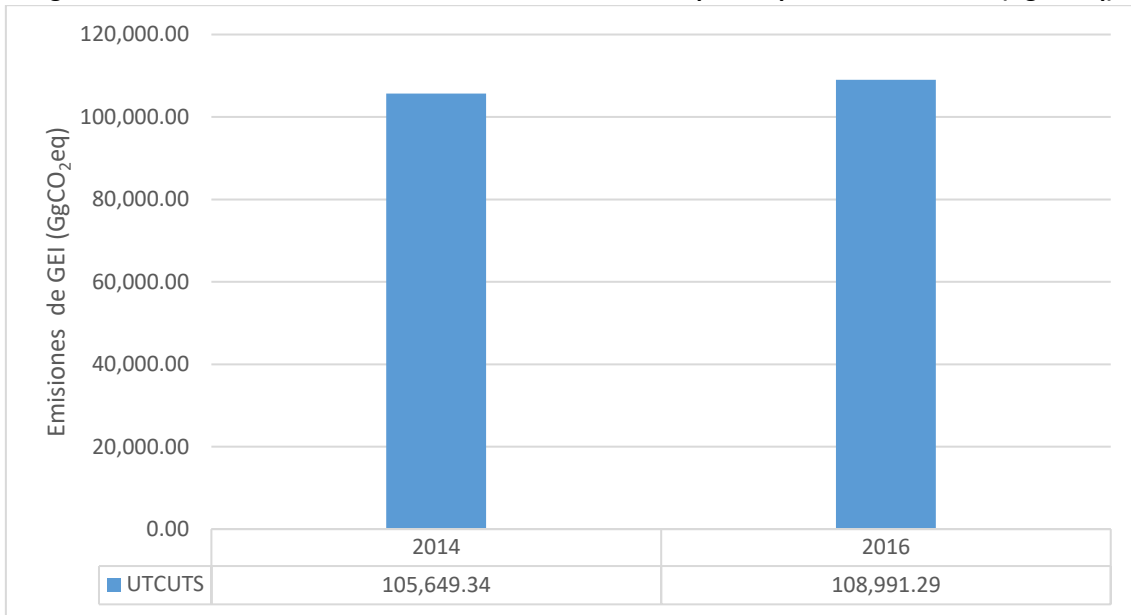
Fuente: GTA, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, cabe mencionar que para el año 2016 y la actualización del año 2014, se aplicó el método 3 de representación de tierras en el bioma Amazonía, y el método 2 en los biomas Costa y Sierra. Para la actualización de los años 2000, 2005, 2010, y 2012 se aplicó el método 3 de representación de tierras para el bioma Amazonía, sin embargo, debido a limitaciones en la información, para los biomas Costa y Sierra se aplicó el método 1.

Por lo tanto, dado que se realizó una combinación de métodos de representación de tierras diferenciado para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, los resultados de las emisiones son presentados en los periodos referidos. Este criterio es aplicado también en la presentación de los resultados de las subcategorías del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones en el año 2016 se incrementaron en 3.16% respecto al año 2014.

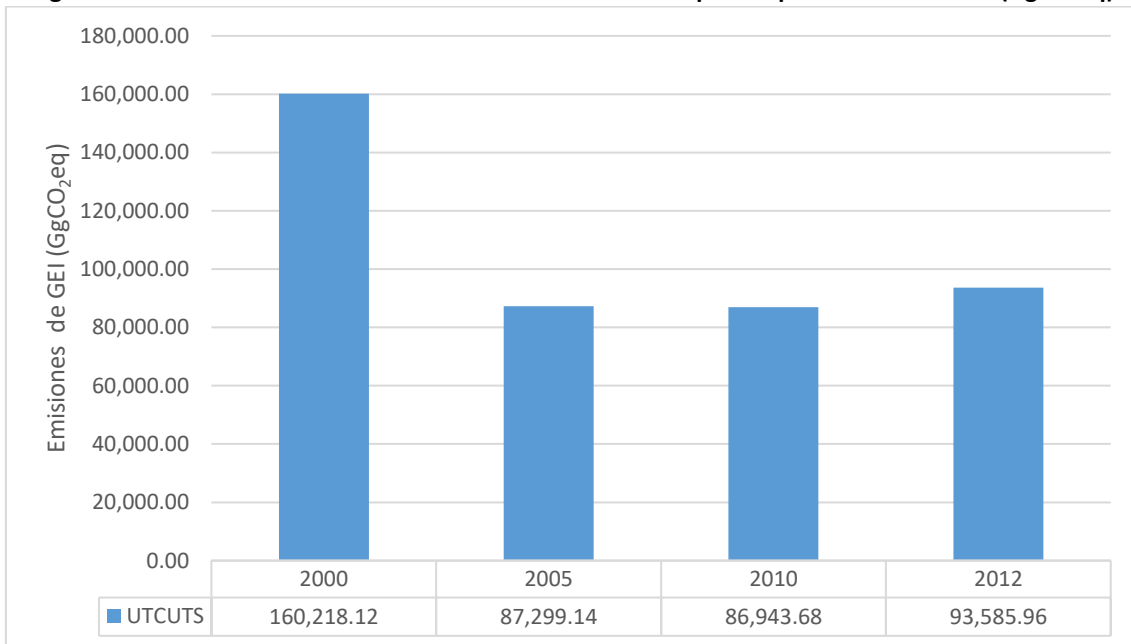
Figura 79. Evolución de emisiones de GEI del sector UTCUTS para el periodo 2014- 2016 (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura, presenta los resultados de las emisiones del sector UTCUTS de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2000 (160,218.12 GgCO₂eq) el año con las emisiones más altas dentro del periodo analizado, asociado al pico de deforestación.

Figura 80. Evolución de emisiones de GEI del sector UTCUTS para el período 2000- 2012 (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Las tablas de reporte correspondientes al sector ASOUT, el cual está conformado por el sector Agricultura y el sector UTCUTS, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestra en el Anexo 1.4.

9.5. Actualización de la serie temporal

Se han incorporado mejoras en el cálculo de las estimaciones de GEI del año 2016, las mismas que fueron consideradas para el recálculo de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo la mejora más importante la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en todo el sector UTCUTS. La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en el RAGEI respectivo.

Con respecto a los métodos aplicados para la representación coherente de las tierras, cabe mencionar que para el año 2016 y la actualización del año 2014 se aplicó el método 3 en el bioma Amazonía, y el método 2 en los biomas Costa y Sierra. Para la actualización de los años 2000, 2005, 2010, y 2012, se ha aplicado el método 3 en el bioma Amazonía y el método 1 en los biomas Costa y Sierra.

En la siguiente tabla y figura, se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 102. Actualización de la serie temporal de emisiones y remociones de GEI del sector UTCUTS (GgCO₂eq)

Categoría	2000			2005			2010			2012			2014			2016
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]
	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	A
TF	-	29,462.40			29,078.92			17,157.66		800.00	13,697.41	1612.17%	13,621.05	11,178.46	-17.93%	9,799.32
TF-TF	-	29,462.40	-	-	29,078.92	-	-	17,157.66	-	25,735.30	13,697.41	-46.78%	38,776.43	12,136.94	-68.70%	10,837.10
T-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-24,935.30	-	-	-25,155.38	-958.48	-96.19%	-1,037.78
TC-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-117.58	-	-	-170.42	-90.10	-	-113.29
P-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-523.31	-	-	-397.32	-758.31	-	-818.43
H-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-0.07	-	-	-0.01	-18.58	-	-21.55
A-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-0.03	-	-	-5.68	-	-	-
OT-TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-0.99	-	-	-1.79	-91.49	-	-84.50
no TF - TF	-		-	-	-	-	-	-	-	-24,293.32	-	-	-24,580.16	-	-	-
TC	-	37,355.75	-	-	19,130.84	-	-	18,897.84	-	47,195.62	37,701.12	-20.12%	44,460.27	54,301.89	22.14%	51,450.82
TC-TC	-		-	-	-110.07	-	-	-492.76	-	-599.16	-686.72	14.61%	-48.55	-271.40	459.01%	-249.62
T-TC	-	37,355.75	-	-	19,240.91	-	-	19,390.61	-	47,794.78	38,387.84	-19.68%	44,508.82	54,573.29	22.61%	51,700.44
TF-TC	-	35,940.42	-	-	18,532.44	-	-	17,904.79	-	47,012.53	36,692.38	-	43,778.31	52,559.64	-	49,733.77
P-TC	-	1,417.17	-	-	710.43	-	-	1,488.12	-	782.14	1,697.25	-	726.31	2,045.00	-	2,003.47
H-TC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	4.12	-	-	-
A-TC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-1.56	-	-	-
OT-TC	-	-1.84	-	-	-1.96	-	-	-2.30	-	0.00	-1.79	-	1.65	-31.35	-	-36.80
P	-	91,616.23	-	-	37,516.25	-	-	48,177.92	-	16,590.56	38,161.24	130.02%	13,083.40	33,511.05	156.13%	41,309.08
P-P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-P	-	91,616.23	-	-	37,516.25	-	-	48,177.92	-	16,590.56	38,161.24	130.02%	13,083.40	33,511.05	156.13%	41,309.08
TF-P	-	91,187.71	-	-	37,543.84	-	-	48,164.79	-	17,482.25	38,213.28	-	13,228.64	36,028.22	-	43,680.53
TC-P	-	435.75	-	-	-19.68	-	-	38.03	-	-137.93	-23.36	-	-128.84	-176.26	-	-217.58
H-P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.03	-	-	0.00	-	-	-
A-P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-747.06	-	-	-12.10	-	-	-
OT-P	-	-7.23	-	-	-7.90	-	-	-24.90	-	-6.66	-28.68	-	-4.30	-2,340.91	-	-2,153.86
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Categoría	2000			2005			2010			2012			2014			2016
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]
	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	O	A	Δ [%]	A
T-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TF-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TC-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OT-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	-	1,032.79	-	-	548.39	-	-	2,161.59	-	3,895.47	3,650.59	-6.29%	4,016.91	5,163.79	28.55%	5,038.23
A-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-A	-	1,032.79	-	-	548.39	-	-	2,161.59	-	3,895.47	3,650.59	-6.29%	4,016.91	5,163.79	28.55%	5,038.23
TF-A	-	963.55	-	-	487.99	-	-	2,013.24	-	3,849.99	3,473.75		3,981.72	4,773.98		4,674.21
TC-A	-	20.59	-	-	15.12	-	-	31.85	-	4.40	36.23		1.95	65.54		54.31
P-A	-	48.65	-	-	45.27	-	-	116.50	-	41.09	140.61		33.25	324.27		309.71
H-A	-		-	-		-	-		-							
O-TA	-		-	-		-	-		-							
OT	-	750.94	-	-	1,024.73	-	-	548.67	-	27.26	375.59	1277.91%	163.84	1,494.15	811.94%	1,393.83
OT-OT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T-OT	-	750.94	-	-	1,024.73	-	-	548.67	-	27.26	375.59	1277.91%	163.84	1,494.15	811.94%	1,393.83
TF-OT	-	516.71	-	-	695.40	-	-	455.99	-	27.04	289.15		157.38	468.46		502.18
TC-OT	-	4.83	-	-	10.04	-	-	6.56	-	-	5.78		-	17.46		16.95
P-OT	-	229.40	-	-	319.29	-	-	86.13	-	0.22	80.66		6.47	1,008.23		874.70
H-OT	-		-	-		-	-		-							
A-OT	-		-	-		-	-		-							
Tierras	160,218.12			87,299.14			86,943.68		68,508.91	93,585.96	36.60%	75,345.47	105,649.34	40.22%	108,991.29	

Nota: Los valores negativos de la columna de variación (Δ%) indican una reducción del valor de las emisiones/remociones respecto al cálculo original.

Fuente: GTA, 2020

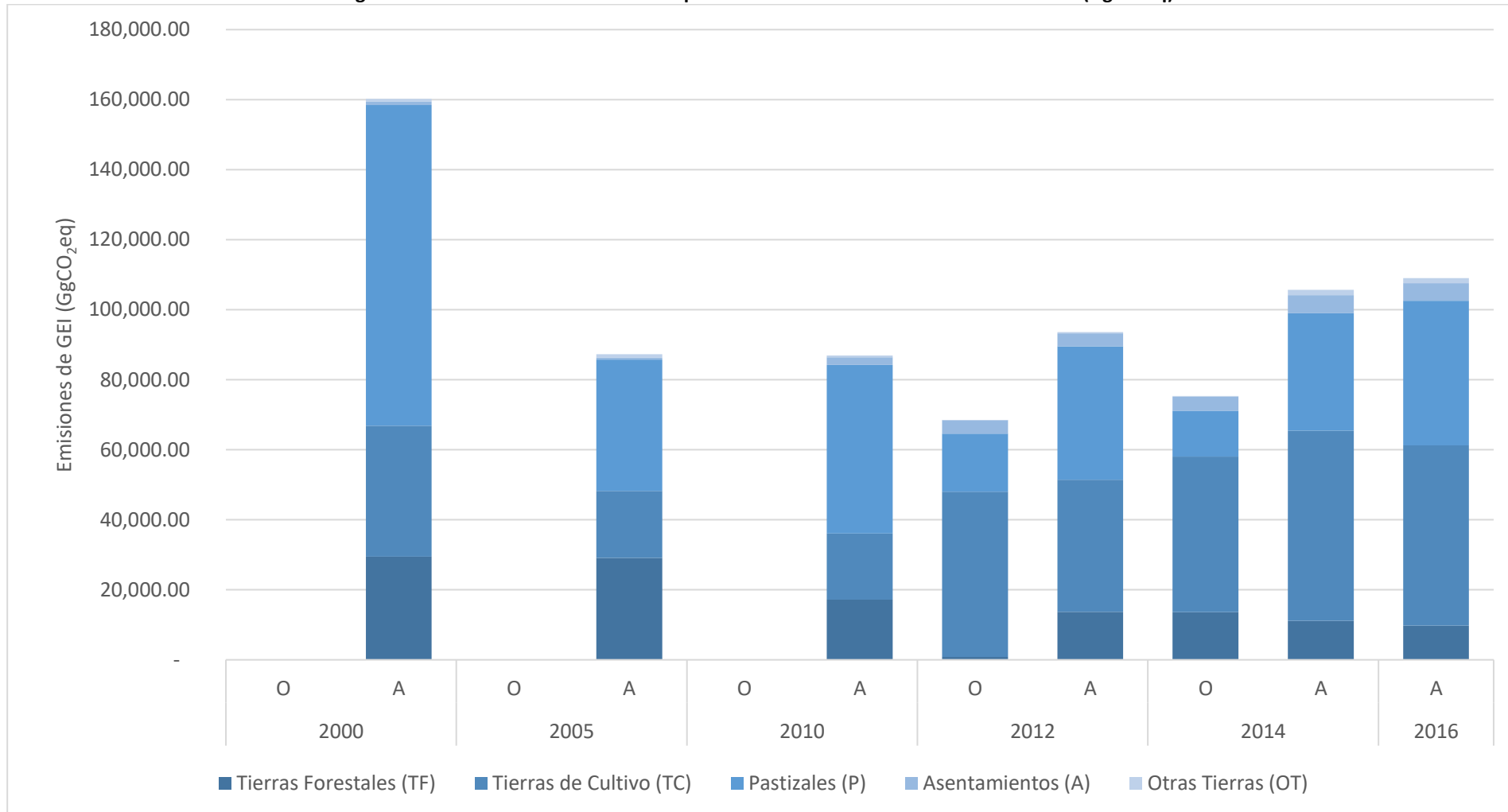
En la tabla anterior, se aprecia que las emisiones de GEI del sector UTCUTS presentan una variación porcentual positiva en los años 2012 y 2014, es decir, la actualización estos años aplicando el método de las Directrices del IPCC de 2006 han dado resultados mayores que los valores originales donde se utilizaba el método de la Orientación del IPCC de Buenas Prácticas para UTCUTS del 2003. La mayor variación de la actualización de estos años ocurre el 2014 con una variación de 40.22% con respecto al valor original.

En el año 2014, se aprecia que las emisiones la subcategoría Tierras forestales presentan un valor más bajo con respecto al valor original, con una variación de -17.93%, mientras que las subcategorías Tierras de cultivo, Pastizales, Asentamientos, y Otras tierras, presentan variaciones positivas de 22.14%, 156.13%, 28.55%, y 811.94%, respectivamente. Por otro lado, en el año 2012, se aprecia que las emisiones de las subcategorías Tierras forestales, Pastizales y Otras tierras presentan valores más altos que los originales, con variaciones positivas de 1,612.17%, 130.02%, y 1,277.91%, respectivamente, mientras que las Tierras de cultivo y Asentamientos presentan valores menores a los originales, con variaciones de -20.12%, y 6.29% respectivamente.

Estas variaciones se pueden atribuir a la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en la actualización de las estimaciones, y a que se ha realizado una representación coherente de la tierra a nivel nacional, que incluyó a los biomas Amazonía, Costa y Sierra, como parte de las mejoras aplicadas en las estimaciones actuales con respecto a los valores originales.

En la siguiente figura se aprecia, la serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 2000 al año 2016, comparando los valores actualizados versus los valores originales de los años 2012 y 2014.

Figura 81. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Leyenda: O - Original, A - Actual

Fuente: GTA, 2020

9.6. Control de calidad y garantía de la calidad sectorial

9.6.1. Control de calidad

En este subcapítulo se presentan algunos de los procedimientos de control de calidad realizados siguiendo las orientaciones de las Directrices del IPCC de 2006, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 103. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
3B1	Tierras forestales	Verificar que los datos de actividad se han estratificado adecuadamente por regiones climáticas y tipos de suelos	Se ha verificado que las superficies de tierras en permanencias y conversiones se encuentren estratificadas por bioma (Amazonía, Costa y Sierra) según corresponda.
		Verificar que se han aplicado correctamente las clasificaciones/descripciones de la gestión	Se realizó la estratificación de la clase Tierras forestales que permanecen como tales, en áreas de bosque bajo manejo forestal, y otro bosque nativo.
		Verificar que los factores de cambio de las existencias de C, las existencias de C del suelo de referencia, las estimaciones de residuos (carga de combustible) y los factores de combustión y emisión de la quema de biomasa se han asignado adecuadamente	Se verificó que la asignación de factores de emisión se realizará adecuadamente y de manera consistente entre todas las categorías de uso de la tierra.
		Verificar que el total de la superficie permanezca constante durante el período de inventario y las superficies por estrato sólo varía por uso de la tierra o por clasificación de gestión (el clima y los tipos de suelos deben permanecer constantes)	Se ha verificado que el total de la superficie nacional (129,426,589.44 ha) reportado en las matrices de uso y cambio de uso de la tierra permanezca constante a lo largo de la serie temporal.
		Si se emplean diferentes factores de emisión, parámetros y métodos para los distintos años, se debe verificar la documentarse las razones de tales cambios	Se han utilizado los mismos factores de emisión y parámetros para los distintos años. En el caso de los métodos de representación de las tierras se han utilizado diferentes métodos para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, en los biomas Costa y Sierra. En el documento RAGEI de UTCUTS se ha detallado, de manera transparente las razones de tales cambios.
3B2	Tierras de cultivo	Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherente con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie de la categoría tierras de cultivo.
3B3	Pastizales	Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherentes con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie de la categoría pastizales.

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
3B5	Asentamientos	Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherentes con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie de la categoría asentamientos.
3B6	Otras tierras	Efectuar un seguimiento permanente del total de la superficie de las tierras clasificadas como Otras Tierras dentro de las fronteras de cada país, y llevar registros transparentes sobre qué porciones se usan para estimar los cambios en las existencias de carbono.	Las matrices de uso y cambio de uso reportan la superficie de las permanencias y conversiones de la categoría Otras tierras. Asimismo, estas son incluidas para estimar los cambios de existencia de carbono en los reservorios correspondientes.

Fuente: GTA, 2020

La lista completa de los procedimientos generales y específicos de control de calidad se encuentra detallada en el ANEXO XI del presente informe.

9.6.2. Garantía de calidad

En este subcapítulo se presenta los principales hallazgos identificados por el equipo de revisores internacionales de inventarios. En la siguiente tabla se presentan dichos hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector:

Tabla 104. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a las subcategorías del sector UTCUTS

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
Transparencia	Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes . Se incluye suficiente documentación clara para permitir que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan qué métodos se usaron, qué fuentes para los datos de actividad, y los factores de emisión y otros parámetros necesarios. Esto permite que un interesado externo pueda reconstruir los resultados y pueda asegurarse de que cumplió con los requisitos de <i>buenas prácticas</i> para los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC de 2006.		La versión final del RAGEI UTCUTS incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
	No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia.	Incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3C).	En el presente documento, se han listado las mejoras a aplicar en el INGEI 2018.

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
Exactitud	<p>Para el IPCC la exactitud significa que las emisiones no son ni sobreestimadas ni subestimadas, hasta donde sea posible juzgar. La exactitud requiere esfuerzos para eliminar el sesgo de las estimaciones del inventario en la recolección de datos de actividad (véase, especialmente, el Capítulo 2, Métodos para la recopilación de datos, y el Capítulo 3, Incertidumbres, de los volúmenes 1 y 2 a 5). La revisión de las incertidumbres se hará junto con el informe de RAGEI. Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que parece haber espacio para más mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.</p>	No hay recomendaciones para UTCUTS	No se realizó ninguna acción
Exhaustividad	<p>El concepto de exhaustividad que define el IPCC significa que se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases. Las <i>Directrices de 2006</i> recomiendan las áreas geográficas comprendidas dentro del alcance del inventario nacional de gases de efecto invernadero y señalan que en los casos en los que falten elementos, se debe documentar claramente su ausencia junto con la respectiva justificación de la exclusión. Para facilitar estos aspectos el IPCC presenta orientaciones para Agricultura en los Volúmenes 2 y 4 de las Directrices.</p> <p>El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).</p>	<p>1) explicar en el RAGEI las razones de las no estimaciones (NE). 2) Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.</p>	El presente documento detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones en aquellas categorías reportadas como NE. Asimismo, se ha incluido en el plan de mejora su inclusión en el siguiente RAGEI.
Coherencia	La Coherencia es un atributo clave de un inventario para garantizar la coherencia de las series temporales de las estimaciones del inventario y establecer la confianza en las	Recomendación: Ninguna	No se realizó ninguna acción.

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>tendencias del inventario. El Capítulo 5 de las Directrices de 2006 (Coherencia de la serie temporal), proporciona métodos para garantizar la coherencia de la serie temporal en los casos en los que no es posible utilizar el mismo método y/o los mismos datos para todo el período. Este capítulo también brinda una <i>orientación de buenas prácticas</i> sobre cuándo corresponde volver a calcular las estimaciones para los años anteriores y métodos para dar cuenta de los cambios producidos en las emisiones y remociones a través del tiempo.</p> <p>La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenía el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.</p>		
<p>Comparabilidad</p>	<p>La Comparabilidad implica, según el IPCC, que se declara el inventario nacional de gases de efecto invernadero de forma tal que permite su comparación con los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de otros países.</p> <p>Hallazgo: Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.</p>		<p>La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario: 1994, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016.</p>

Fuente: GTA, 2020

La lista completa de hallazgos para cada subcategoría derivados del procedimiento de garantía, realizado por Walter Oyhantcabal, revisor líder de inventarios de GEI para el sector ASOUT, de calidad se encuentra detallada en el ANEXO XII.a del presente informe.

Asimismo, es preciso indicar que el RAGEI 2016 ha sido revisado por Ionnis Sempos, revisor líder de inventarios de GEI para el sector ASOUT, quién han formulado hallazgos y recomendaciones de mejora, los mismos que serán implementados en el próximo RAGEI. Los procedimientos de garantía de la calidad se encuentran en el ANEXO XII.b del presente informe.

9.6.3. Plan de mejora

La siguiente tabla presenta las oportunidades de mejora propuestas para la elaboración de futuros RAGEI para el sector UTCUTS.

Tabla 105. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI

N	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de emisiones de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Período de implementación
1	Incluir emisiones asociadas a quemas en tierras forestales.	Mayor exhaustividad en la estimación de emisiones de GEI en TTF.	MINAM viene trabajando el monitoreo de áreas quemadas en la Amazonía en el periodo 2001-2018, en el marco de la actualización del NREF.	Corto plazo
2	Concluir la representación de tierras en los biomas Costa y Sierra, completando la reconstrucción de la serie histórica entre los años 1994 – 1975.	Incluir la estimación del Carbono Orgánico del suelo en todo el territorio nacional.	Los biomas Costa y Sierra han sido representados utilizando un Método 1 de representación de las tierras.	Corto Plazo
3	Uso del Procedimiento 3 para la representación coherente de la tierra en los biomas de Costa y Sierra.	Completar las estimaciones de GEI para abarcar todo el territorio nacional.	Los biomas Costa y Sierra han sido representados utilizando un Método 1 de representación de las tierras.	Mediano plazo
4	Actualizar los resultados de la serie temporal 1994, 2000, 2005, 2010, y 2012.	Asegurar comparabilidad y coherencia de los resultados de toda la serie histórica.	Se logrará cuando se concluya la representación de tierras de Costa y Sierra con al menos un Método 2.	Mediano plazo
5	Incorporar estimaciones de la subcategoría Humedales.	Mejorar la exhaustividad del inventario.	No se han iniciado acciones de implementación.	Largo plazo
6	Incorporar estimaciones de la subcategoría Humedales.	Mejorar la exhaustividad del inventario.	No se han iniciado acciones de implementación.	Largo plazo
7	Incorporar estimaciones de Productos de madera Recolectada.	Mejorar la exhaustividad del inventario.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
8	Generar parámetros nacionales asociados a la estimación de cambios en las existencias del carbono orgánico del suelo, con énfasis en tierras de cultivos y pastizales.	Pasar a un Nivel 2 en la estimación del carbono orgánico del suelo.	No se han iniciado acciones de implementación.	Largo plazo

Fuente: GTA, 2020

9.7. Tierras Forestales

Esta subcategoría comprende los cambios en las existencias de carbono en bosques gestionados, debido a las actividades humanas, tales como el establecimiento de plantaciones forestales, la tala comercial, la recolección de madera para su uso como combustible y otras prácticas de gestión.

9.7.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales

Las emisiones de GEI en las tierras forestales que permanecen como tierras forestales comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.7.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva en tierras forestales que permanecen como tierras forestales, es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

En el caso de las existencias de carbono en la madera muerta y la hojarasca, el método del Nivel 1 supone que están en equilibrio, por lo que los cambios de las existencias de carbono en este depósito son nulos. De manera similar, el método de Nivel 1 supone que las existencias de carbono en los suelos minerales no se modifican por la gestión, por lo que no se estima.

9.7.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 106. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras forestales que permanecen como tierras forestales

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en biomasa	Incremento anual de existencias de carbono de biomasa (biomasa aérea y subterránea)	Superficie de Tierras Forestales que siguen siendo Tierras Forestales (ha)	Superficie de Bosques nativos bajo la modalidad de concesiones forestales con certificación de manejo forestal (ha)	FSC 2020. Datos y cifras 2016. Iniciativas de certificación forestal voluntaria Perú. Mes diciembre. Recuperado de: https://pe.fsc.org/es-pe/nuestro-impacto/datos-y-cifras	La información es descargada de la página oficial de FSC, donde se encuentran los datos y cifras de las iniciativas en bosques con certificación de manejo forestal y cadenas de custodias en concesiones forestales. La información para el año analizado es descargada en formato Excel. La superficie reportada para el año inventario corresponde a la superficie acumulada hasta el mes de diciembre del año de reporte.
		Pérdida anual de carbono por extracción de madera	Volumen anual de madera rolliza extraída (m ³ /año)	Producción de madera rolliza por especie (m ³ /año)	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2018). Anuario forestal y de fauna silvestre 2016. Recuperado de https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Anuario-2016.pdf	Anualmente el SERFOR recopila la información proveniente de las guías de transporte de madera provenientes de extractores legales
		Pérdida anual de carbono por extracción leña	Volumen anual de leña recogida (m ³ /año)	Consumo estimado anual de leña a nivel nacional (m ³ /año)	Instituto Nacional de Estadística e Informática (s/f). Estadísticas de Población y Vivienda. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indicetematico/poblacion-y-vivienda/#url Instituto Nacional de Estadística e Informática (s/f). Estadísticas de Medioambiente. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indicetematico/medio-ambiente/	Estimación en función a las variables: población total, proporción de familias que consumen leña, consumo de leña per cápita por año.

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
					Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2018). Anuario forestal y de fauna silvestre 2016. Recuperado de https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Anuario-2016.pdf	
		Pérdida anual de carbono por perturbaciones	No estimado. No se dispone de información nacional para determinar el dato de actividad.			
Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta	Cambio anual en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y hojarasca)	El método del Nivel 1 supone que las existencias de carbono en la madera muerta y la hojarasca están en equilibrio, por lo que se supone que los cambios de las existencias de carbono en los depósitos de Materia Orgánica Muerta (MOM) son nulos.			
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	El método de Nivel 1 supone que las existencias de carbono en los suelos minerales no se modifican por la gestión.			
		Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No se dispone de información nacional sobre área de suelos forestales orgánicos drenados			

Fuente: GTA, 2020

9.7.1.3. Factores de emisión y conversión

La siguiente tabla brinda a detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva (biomasa aérea y radicular).

Tabla 107. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Uso de la información	Fuente de información
Crecimiento medio anual de la biomasa aérea en bosques naturales para bosque tropical lluvioso.	1.00	t m.s./ ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en los bosques nativos con manejo forestal.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.9
Relación biomasa subterránea/biomasa aérea para Amazonía	0.27	t raíz m.s./ t m.s.	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa en bosques del bioma Amazonía	MIDAGRI - SERFOR 2019 ⁴⁸ .
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C /t m.s.)	0.47	t C/ t m.s.	Aplicado para todos los tipos de vegetación.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3
Factores de conversión y expansión de biomasa por defecto (BCEF) para Bosques naturales tropicales húmedos, con existencias en crecimiento entre 80 m ³ - 120 m ³	1.67	sin dimensiones	Sirve para convertir volúmenes de madera y leña extraída en biomasa aérea.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.5

Fuente: GTA, 2020

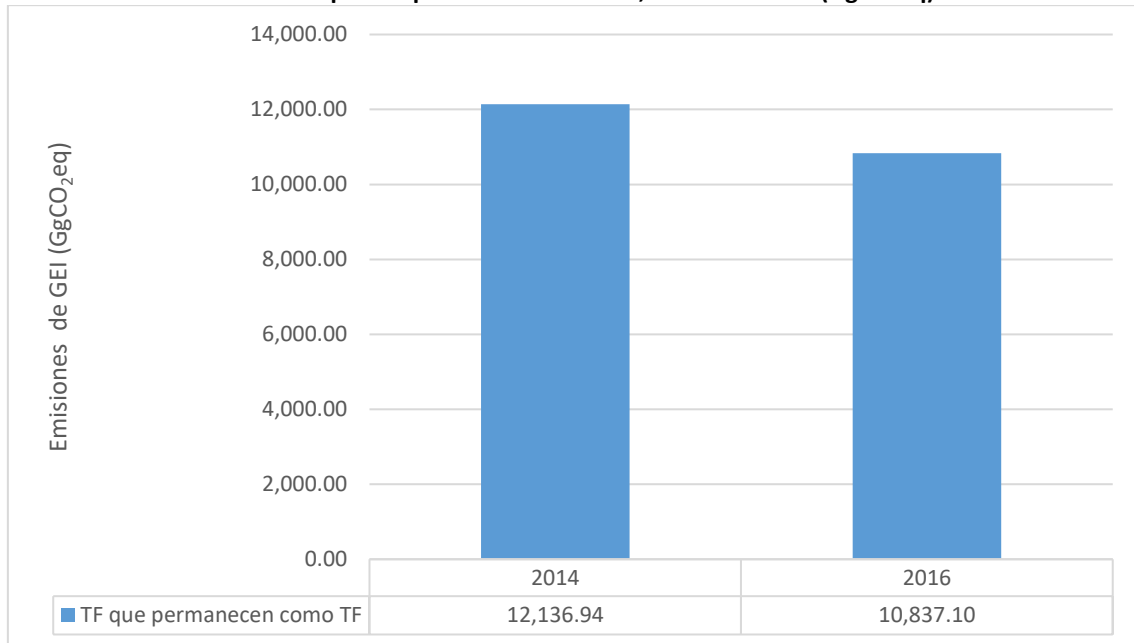
9.7.1.4. Análisis de resultados.

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas en tierras forestales que permanecen como tierras forestales fueron 10,837.10 GgCO₂eq, representando el 9.94% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones en el año 2016 disminuyeron en un 10.71% respecto al año 2014.

⁴⁸ Informe del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú. Panel 1. Recuperado de: <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2020/03/INFORME-DEL-INFFS-PANEL-1.pdf>

Figura 82. Cambio de las emisiones de GEI de las Tierras Forestales que permanecen como tierras forestales para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)

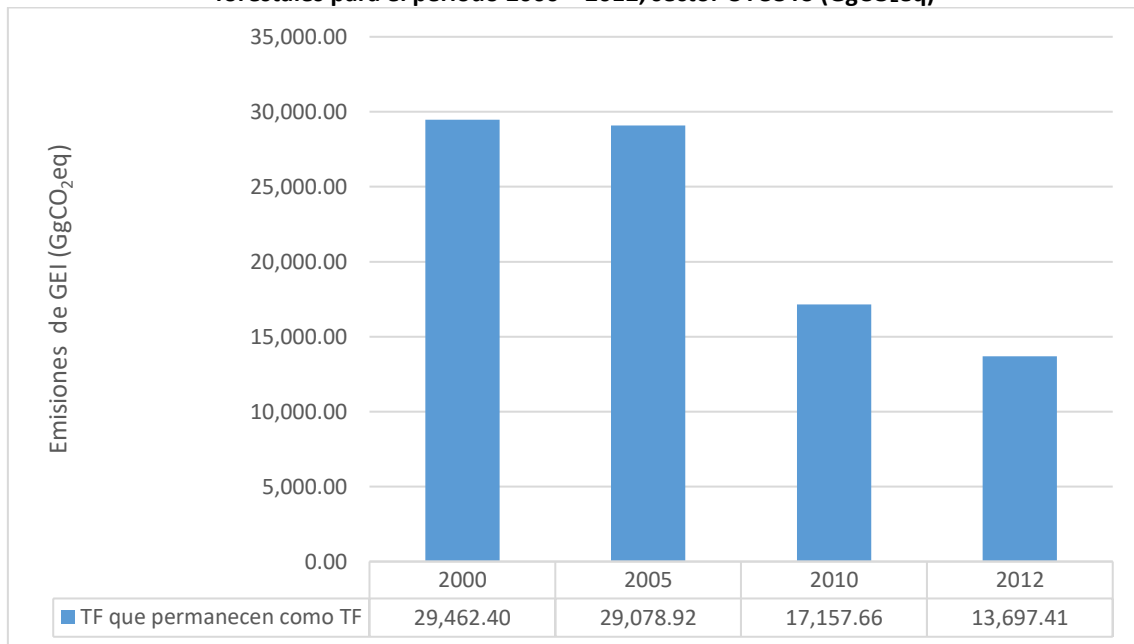


Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura presenta los resultados de las emisiones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2000 (29,462.40 GgCO₂eq) y 2005 (29,078.92 GgCO₂eq) los años con mayores emisiones durante el periodo analizado.

Cabe destacar que debido a que se utilizó un método 1 de representación de tierras en los biomas Costa y Sierra para el periodo 2000 – 2012, la categoría tierras que permanecen como tierras forestales incluye también a las tierras convertidas en tierras forestales en estos dos biomas.

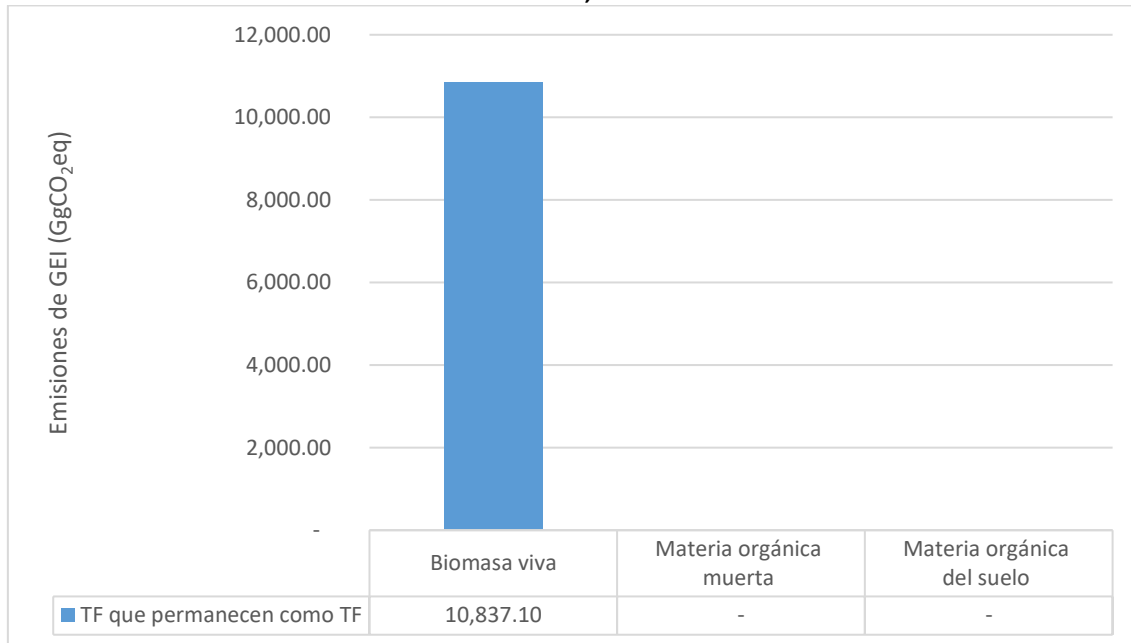
Figura 83. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras Forestales que permanecen como tierras forestales para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 100.00%, de las emisiones corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea). Dado que se aplicó un método de cálculo Nivel 1, se asumió que los cambios en existencias de materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo se encuentran en equilibrio, y por lo tanto, son nulos.

Figura 84. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.7.2. Tierras convertidas en Tierras forestales

Comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

Las tierras gestionadas son convertidas en tierras forestales mediante forestación y reforestación, y mediante métodos de regeneración natural o artificial (incluidas las plantaciones). El estado de las tierras convertidas en tierras forestales se evalúa durante 20 años.

9.7.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de los cambios en las existencias de carbono en biomasa viva en las tierras convertidas en tierras forestales es una combinación del Nivel 1 y Nivel 2. Para el caso de las existencias de carbono en materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

9.7.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos espaciales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 108. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en tierras forestales

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en biomasa	Incremento anual de existencias de carbono de biomasa (biomasa aérea y subterránea)	Superficie de Tierras convertidas en Tierras Forestales (ha)	Superficie de tierras convertidas en tierras forestales por regeneración de bosques nativos (ha) - Acumulada en 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					European Space Agency	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
					Dictamen de expertos	A partir de un dictamen de expertos, se determinó las proporciones de desagregación de las superficies de tierras convertidas en tierras forestales por regeneración natural del bosque nativo y plantaciones forestales.
				Superficie de tierras convertidas en tierras forestales por plantación	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
				forestal (ha) - Acumulada en 20 años	Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					<i>European Space Agency</i>	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
					Dictamen de experto	A partir de un dictamen de expertos se determinó las proporciones de desagregación de las superficies de tierras convertidas en tierras forestales por regeneración natural del bosque nativo y plantaciones forestales.
					Pérdida anual de carbono por extracción madera	
Pérdida anual de carbono por extracción leña		Todas las pérdidas por extracción de madera fueron calculadas en TTF				
Pérdida anual de carbono por perturbaciones		No se dispone de información nacional para determinar el dato de actividad.				
Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de carbono en materia	Cambio anual en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta	Superficie bajo conversión hacia una nueva	Superficie de tierras convertidas en tierras	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
	orgánica muerta	(incluye madera muerta y hojarasca)	categoría de uso de suelo	forestales (ha) - Acumulada en 20 años	bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					<i>European Space Agency</i>	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en tierras forestales (ha) - Acumulada en 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo a las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					<i>European Space Agency</i>	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014.

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
						Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
		Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No estimado. No se dispone de información nacional para determinar el dato de actividad.			

Fuente: GTA, 2020

9.7.2.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas, brindan a detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo.

Tabla 109. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Crecimiento medio anual de la biomasa aérea en para Bosque tropical seco Secundario ≤ 20 años	3.90	t m.s./ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en los bosques secundarios en Costa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.9, página 4.58
Crecimiento medio anual de la biomasa aérea en Sistema montañoso tropical Secundario ≤ 20 años	4.40	t m.s./ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en los bosques secundarios en Sierra	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.9, página 4.58
Crecimiento medio anual de la biomasa aérea en Plantaciones forestales de especies de hojas anchas en bosque tropical seco	20.00	t m.s./ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en plantaciones forestales en Costa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.9, página 4.58
Crecimiento medio anual de la biomasa aérea en Plantaciones forestales de eucalipto en Sistemas montañosos tropicales	10.00	t m.s./ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en plantaciones forestales en Sierra.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.9, página 4.58
Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea para Amazonía	0.27	t raíz m.s./ t m.s.	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa en bosques del bioma Amazonía	MIDAGRI - SERFOR 2019
Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea para Costa	0.33	t raíz m.s./ t m.s.	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa en bosques del bioma Costa	MIDAGRI - SERFOR 2019
Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea para Sierra	0.36	t raíz m.s./ t m.s.	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa en bosques del bioma Sierra	MIDAGRI - SERFOR 2019
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C / t m.s.)	0.47	t C/ t m.s.	Este valor fue aplicado para usado para todas las estimaciones de pérdidas y ganancias de la biomasa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3

Fuente: GTA, 2020

Tabla 110. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical húmedo	2.40 9.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de materia orgánica muerta (MOM) en bosques del bioma Amazonía	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical seco	n.d. 3.30	t C./ ha	Este valor fue aplicado para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Sistemas montañosos tropicales	5.90 8.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar de materia orgánica muerta (MOM) en bosques del bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Nota: ND = No disponible

Fuente: GTA, 2020

Tabla 111. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos ABA, región tropical húmeda	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono CO_{SREF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 2.5.

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00, 1.00, 1.00	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

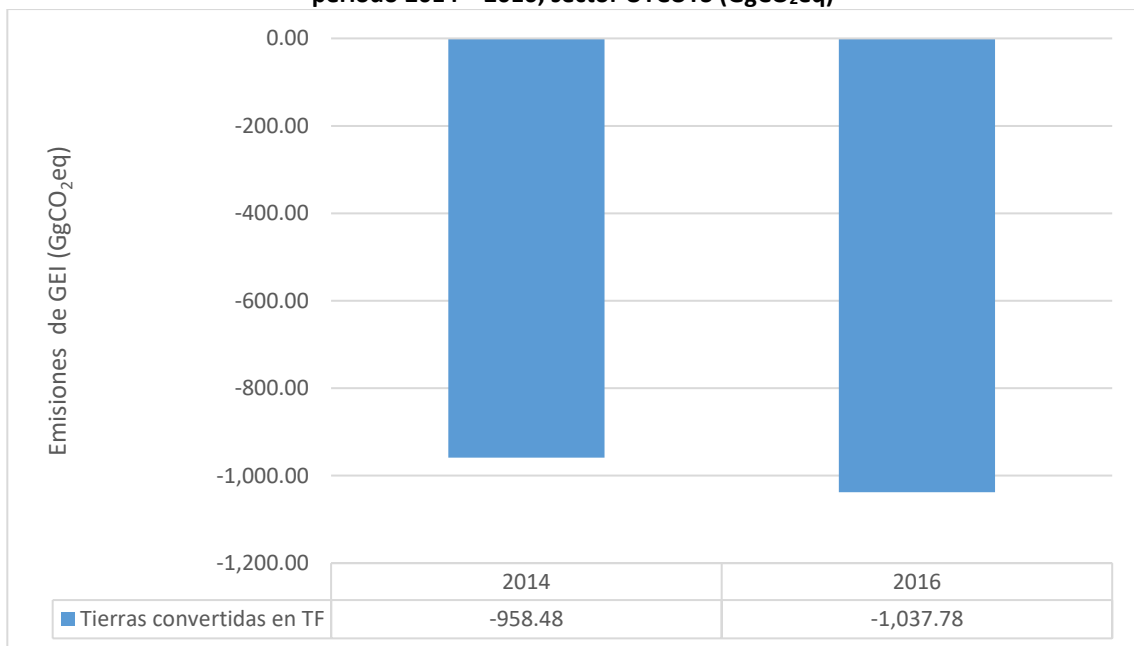
Fuente: GTA, 2020

9.7.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las remociones generadas en tierras convertidas en tierras forestales fueron -1,037.78 GgCO₂eq, que en términos absolutos representa el 0.95% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las remociones, en la siguiente figura se aprecia que las remociones en el año 2016 aumentaron en un 8.27% respecto al año 2014.

Figura 85. Cambios en las remociones de GEI de las Tierras convertidas en tierras forestales para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)

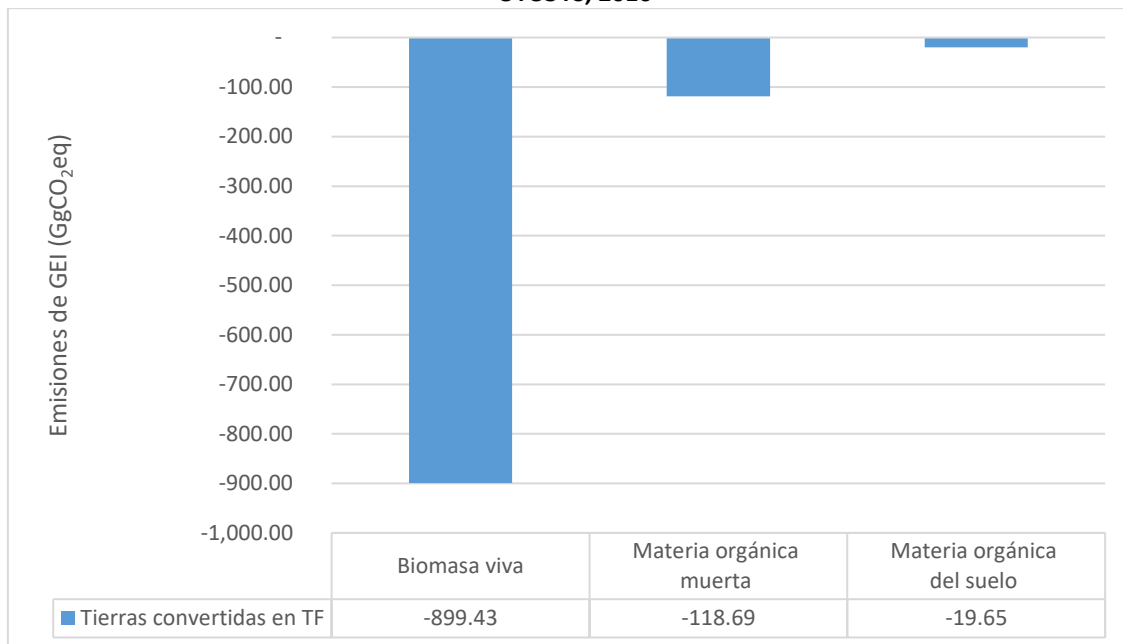


Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, para los años 2012, 2010, 2005 y 2000 no se ha reportado emisiones y remociones en esta subcategoría porque éstas han sido incluidas en la categoría tierras que permanecen como tierras forestales.

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 88.67% (-899.43 GgCO₂eq) de las emisiones corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea). La materia orgánica muerta representa el 11.44% (-118.69 GgCO₂eq) y la materia orgánica del suelo representa el 1.89% (-19.65 GgCO₂eq).

Figura 86. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.8. Tierras de cultivos

Esta subcategoría comprende la estimación de las emisiones y remociones de GEI debido a cambios en la biomasa viva, en la materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo, en las tierras de cultivos que permanecen como tierras de cultivos y en las tierras convertidas en tierras de cultivos.

9.8.1. Tierras de cultivos que permanecen como Tierras de cultivos

Las emisiones de GEI en las tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivos comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.8.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa viva y en la materia orgánica del suelo en tierras de cultivos que permanecen como tierras de cultivos es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

En el caso de la materia orgánica muerta, en el método de Nivel 1, se supone que las existencias de madera muerta y hojarasca no existen en las tierras de cultivo o están en equilibrio, por lo que no se estima los cambios en las existencias de carbono de estos depósitos.

9.8.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por instituciones públicas nacionales y una agencia internacional con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 112. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras de cultivos que permanecen como tierras de cultivos

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en biomasa	Incremento anual de existencias de carbono de biomasa (biomasa aérea)	Superficie cultivada de cultivos con leñosas perennes (ha)	Superficie instalada de cultivos perennes por regiones (ha)	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2020). Enviado mediante E-mail N° 21-2020-MINAGRI-DGESEP/DEA-AD de fecha 01 de octubre de 2020.	La superficie cultivada incluye a las superficies sembradas, en crecimiento y en producción. Para este reporte, no fue posible vincular las superficies con las áreas de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra.
Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de materia orgánica muerta	Cambio anual en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y hojarasca)	En el método de Nivel 1 se supone que las existencias de madera muerta y hojarasca no existen en las tierras de cultivo o están en equilibrio			
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie de tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivo (ha)	Superficie de tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivos (ha) – Acumulado 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
						reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					<i>European Space Agency</i>	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
		Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No se dispone de información nacional sobre área de suelos orgánicos drenados			

Fuente: GTA, 2020

9.8.1.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas brindan el detalle de los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva y carbono orgánico del suelo.

Tabla 113. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Tasa de acumulación de biomasa en cultivos perennes para región tropical húmedo	2.6	t C/ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en cultivos perennes de Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Ciclo Cosecha/ Madurez para región tropical húmedo	8	año	Este valor fue aplicado para estimar las pérdidas de biomasa en cultivos perennes de Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Pérdida de carbono de la biomasa para región tropical húmedo	21	t C/ha/año	Este valor fue aplicado para estimar las pérdidas de biomasa en cultivos perennes de Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Tasa de acumulación de biomasa en cultivos perennes para región templada	2.1	t C/ha/año	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en cultivos perennes de Costa y Sierra	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Ciclo Cosecha/ Madurez para región templada	30	año	Este valor fue aplicado para estimar las pérdidas de biomasa en cultivos perennes de Costa y Sierra	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Pérdida de carbono de la biomasa para región templada	63	t C/ha/año	Este valor fue aplicado para estimar las pérdidas de biomasa en cultivos perennes de Costa y Sierra	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1

Fuente: GTA, 2020

Tabla 114. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4,

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
			suelos minerales en bioma Amazonía.	capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00 1.00 1.00	Sin dimensión	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

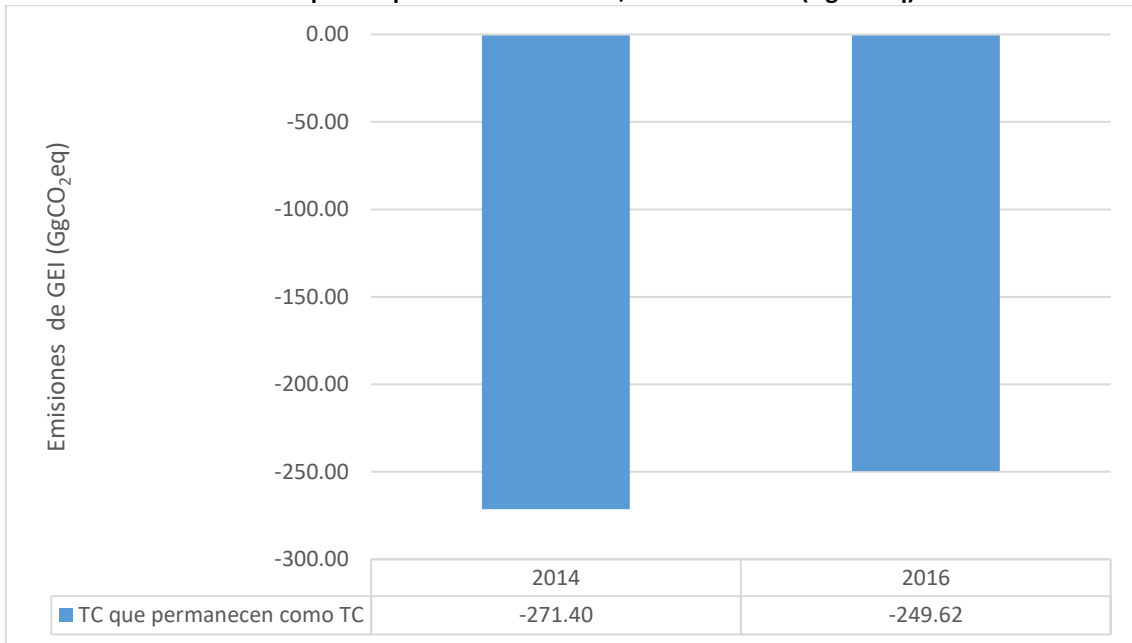
Fuente: GTA, 2020

9.8.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las remociones generadas en tierras de cultivos que permanecen como tierras de cultivos fueron -249.62 GgCO₂eq, que, en términos absolutos, representa el 0.23% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las remociones, en la siguiente figura se aprecia que las remociones en el año 2016 se incrementaron en un 8.03% respecto al año 2014.

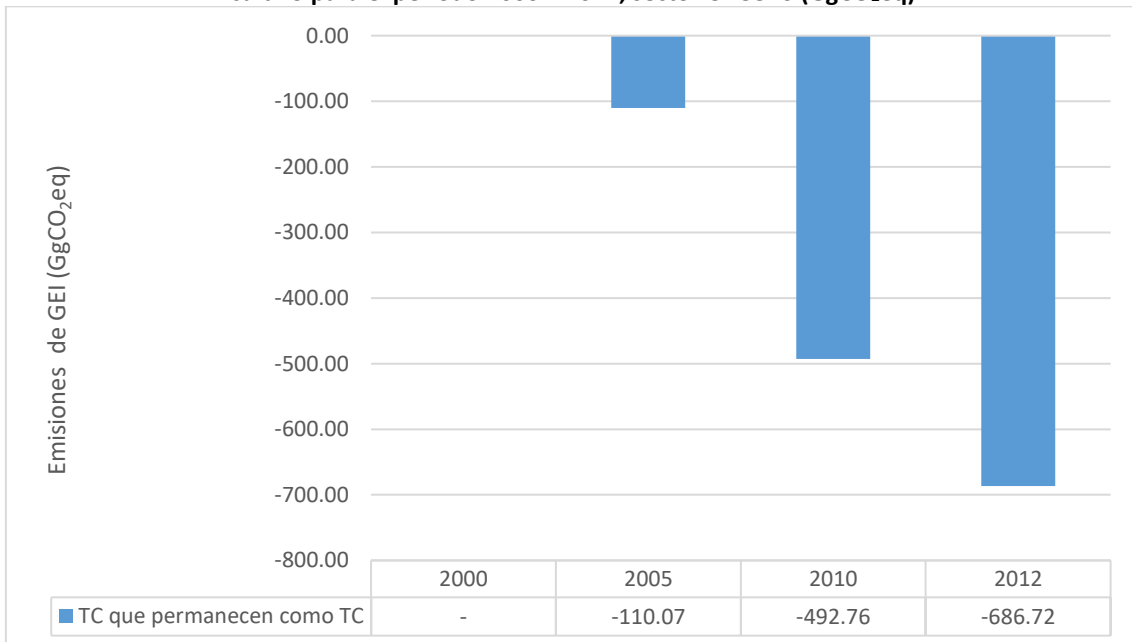
Figura 87. Cambios en las emisiones de GEI de las Tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivo para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura, presenta los resultados de las remociones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2012 (-686.72 GgCO₂eq) el año con mayores remociones dentro del periodo analizado.

Figura 88. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivo para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)

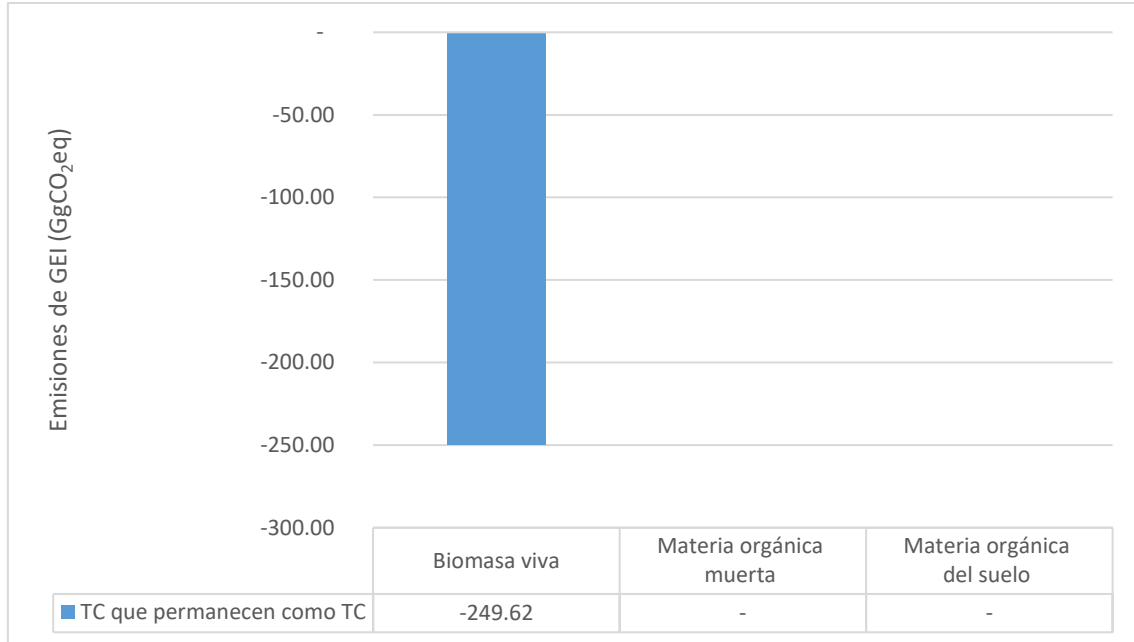


Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 100.00%, de las remociones corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea).

Cabe señalar, que debido a la aplicación del método de cálculo Nivel 1, se asume que los cambios en existencias de materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo se encuentran en equilibrio, por lo tanto, son nulos.

Figura 89. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.8.2. Tierras convertidas en Tierras de cultivos

Las emisiones de GEI en las tierras convertidas en tierras de cultivos comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.8.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en tierras de cultivo es una combinación del Nivel 1 y Nivel 2. Para el caso de las existencias de carbono en materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo en tierras convertidas en tierras de cultivo, se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

9.8.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos espaciales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 115. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en tierras de cultivos

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono de los suelos en la biomasa viva	Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie anual de tierras convertidas en tierras de cultivo (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					European Space Agency	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta	Cambio anual en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y hojarasca)	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie anual de tierras convertidas en tierras de cultivos (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					European Space Agency	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en tierras de cultivos (ha) – Acumulada en 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
					European Space Agency	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
		Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados				

Fuente: GTA, 2020

9.8.2.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas brindan el detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo.

Tabla 116. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Promedio ponderado de cuatro ecozonas de la Amazonía.	309.35	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Costa	21.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Sierra	52.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Pastizales, clima tropical húmedo y muy húmedo	16.10	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de P por conversión a TA en Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.4
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Pastizales, clima tropical seco	8.70	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de P por conversión a TA en Costa y Sierra	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.4
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0.00	t m.s./ha	Valor por defecto referido en las guías.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.4
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C / t m.s.)	0.47	t C/ t m.s.	Este valor fue aplicado para usado para todas las estimaciones de pérdidas y ganancias de la biomasa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3

Fuente: GTA, 2020

Tabla 117. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical húmedo	2.40 9.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de materia orgánica muerta (MOM) en bosques del bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical seco	n.d. 3.30	t C./ ha	Este valor fue aplicado para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Costa.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Sistemas montañosos tropicales	5.90 8.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de materia orgánica muerta (MOM) en bosques del bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: GTA, 2020

Tabla 118. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo, en tierras convertidas en tierras de cultivo

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
				capítulo 2, cuadro 2.5
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00 1.00 1.00	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

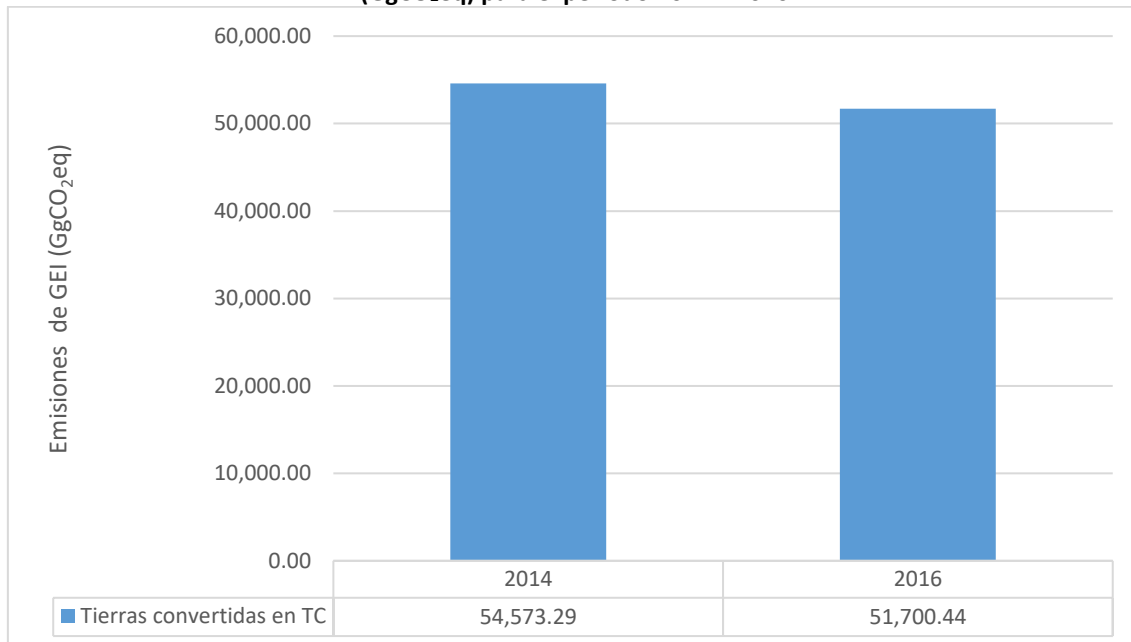
Fuente: GTA, 2020

9.8.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas en tierras convertidas en tierras de cultivos fueron 51,700.44 GgCO₂eq, representando el 47.44% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 5.26% respecto al año 2014.

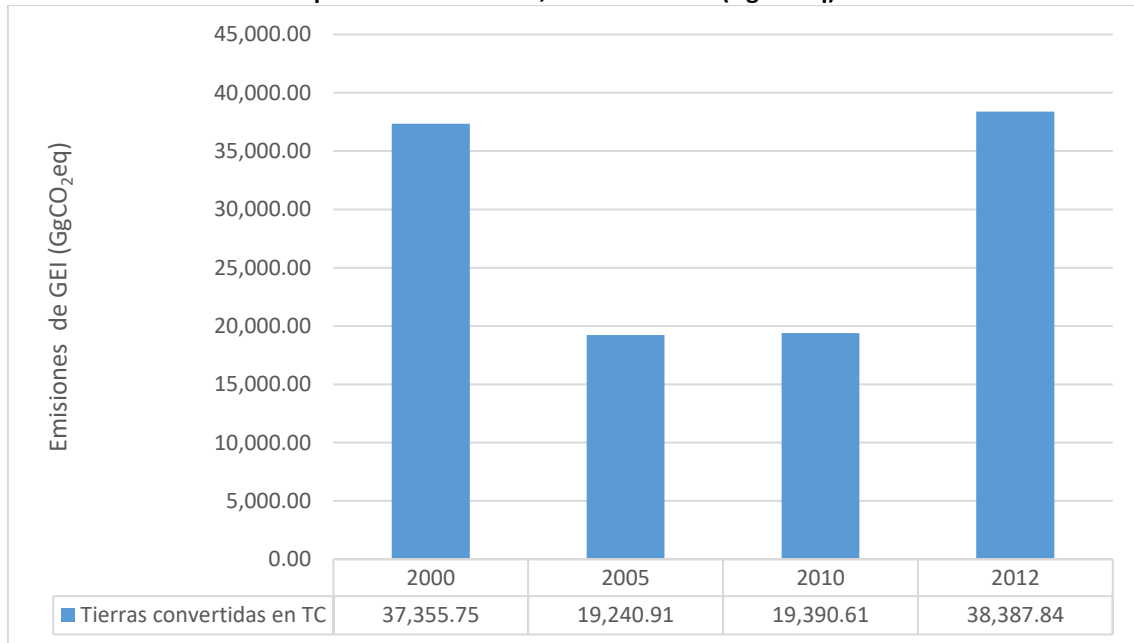
Figura 90. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en tierras de cultivo (GgCO₂eq) para el período 2014 – 2016



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura presenta los resultados de las emisiones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2012 (38,387.84 GgCO₂eq) y 2000 (37,355.75 GgCO₂eq) los años con mayores emisiones dentro del periodo analizado.

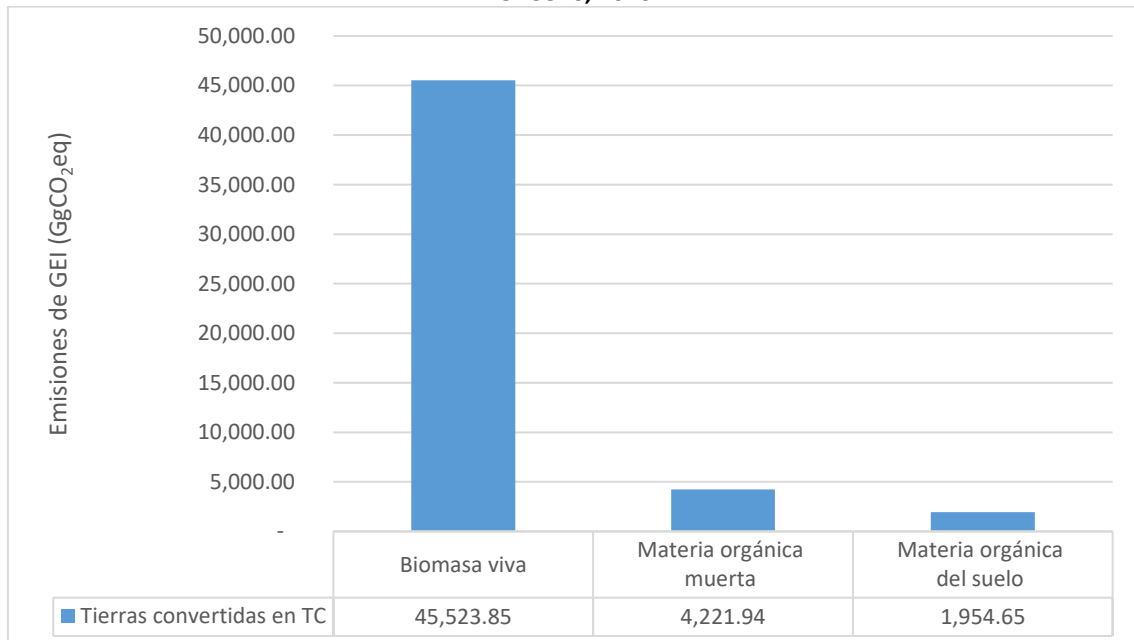
Figura 91. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras convertidas en tierras de cultivo para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 88.05% (45,523.85 GgCO₂eq) de las emisiones corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea). La materia orgánica muerta representa el 8.17% (4,221.94 GgCO₂eq) y la materia orgánica del suelo representa el 3.78% (1,954.65 GgCO₂eq).

Figura 92. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.9. Pastizales

Esta subcategoría comprende la estimación de las emisiones y remociones GEI debido a cambios en la biomasa, en la materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo en los pastizales que permanecen como pastizales y las tierras convertidas en pastizales.

9.9.1. Pastizales que permanecen como pastizales

Las emisiones de GEI en los pastizales que permanecen como pastizales comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

En el método de cálculo Nivel 1, se asumió que las reservas de carbono en la biomasa viva son estacionarias, lo que significa que las remociones anuales fueron compensadas por las pérdidas anuales de carbono, por lo que el resultado en este componente fue igual a cero. Asimismo, se asume que no hay cambios en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta.

Las estimaciones de las emisiones cambios en las existencias de carbono en la materia orgánica del suelo se realizaron aplicando el método de cálculo de Nivel 1, teniendo como resultado que las emisiones netas generadas fueron cero a lo largo de la serie temporal.

Por lo anterior, no se reportan emisiones en esta subcategoría.

9.9.2. Tierras convertidas en pastizales

Las emisiones de GEI en las tierras convertidas en pastizales comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.9.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa viva en tierras convertidas en pastizales es una combinación del Nivel 1 y Nivel 2. Para el caso de las existencias de carbono en materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo en tierras convertidas en pastizales, se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

9.9.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos espaciales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 119. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en pastizales

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Variable IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en la biomasa viva	Variación de las reservas de carbono por efecto de la conversión del uso de la tierra a Pastizales.	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie anual de tierras convertidas Pastizales (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995.
		Cambio anual en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y hojarasca)			<i>European Space Agency</i>	
Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en Pastizales (ha) – Acumulado 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
					<i>European Space Agency</i>	
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No se dispone de información nacional sobre área de suelos forestales orgánicos drenados			

Fuente: GTA, 2020

9.9.2.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas brindan el detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo.

Tabla 120. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Promedio ponderado de cuatro ecozonas de la Amazonía.	309.35	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Costa	21.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Sierra	52.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Pastizales, clima tropical húmedo y muy húmedo	10	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de TC por conversión a P	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0	t m.s./ha	Valor por defecto referido en las guías.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C /t m.s.)	0.47	t C/ t m.s.	Este valor fue aplicado para usado para todas las estimaciones de pérdidas y ganancias de la biomasa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3

Fuente: GTA, 2020

Tabla 121 Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical húmedo	2.40 9.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Amazonía	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical seco	n.d. 3.30	t C./ ha	Este valor fue aplicado para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Sistemas montañosos tropicales	5.90 8.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: GTA, 2020

Tabla 122. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00 1.00 1.00	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

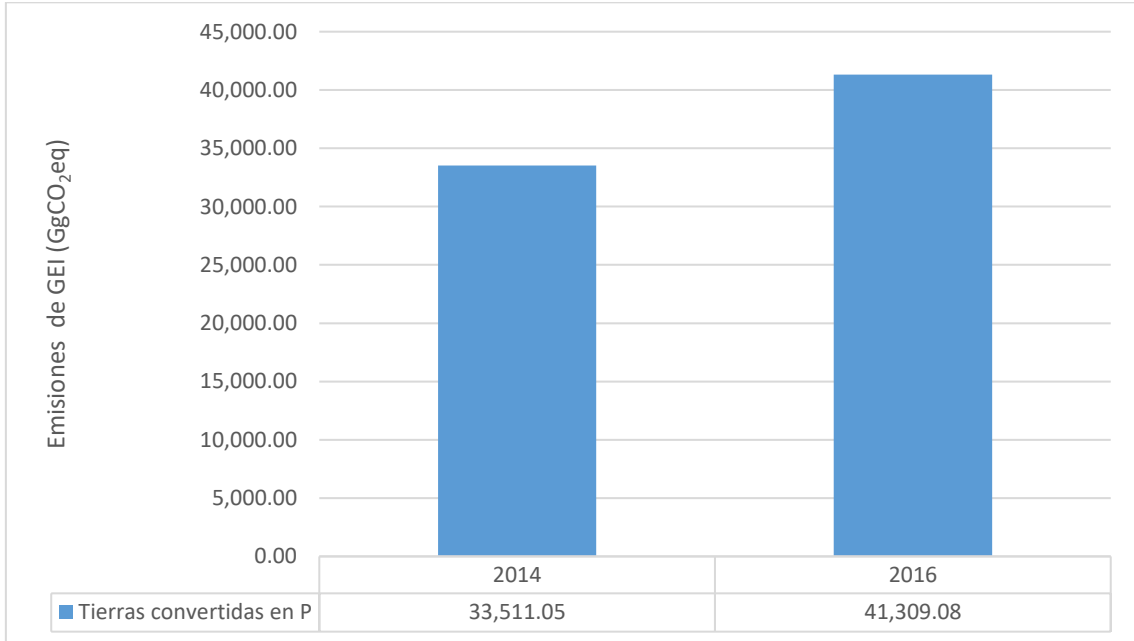
Fuente: GTA, 2020

9.9.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas en tierras convertidas en pastizales fueron de 41,309.08 GgCO₂eq, que representa el 37.90% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 23.27% respecto al año 2014.

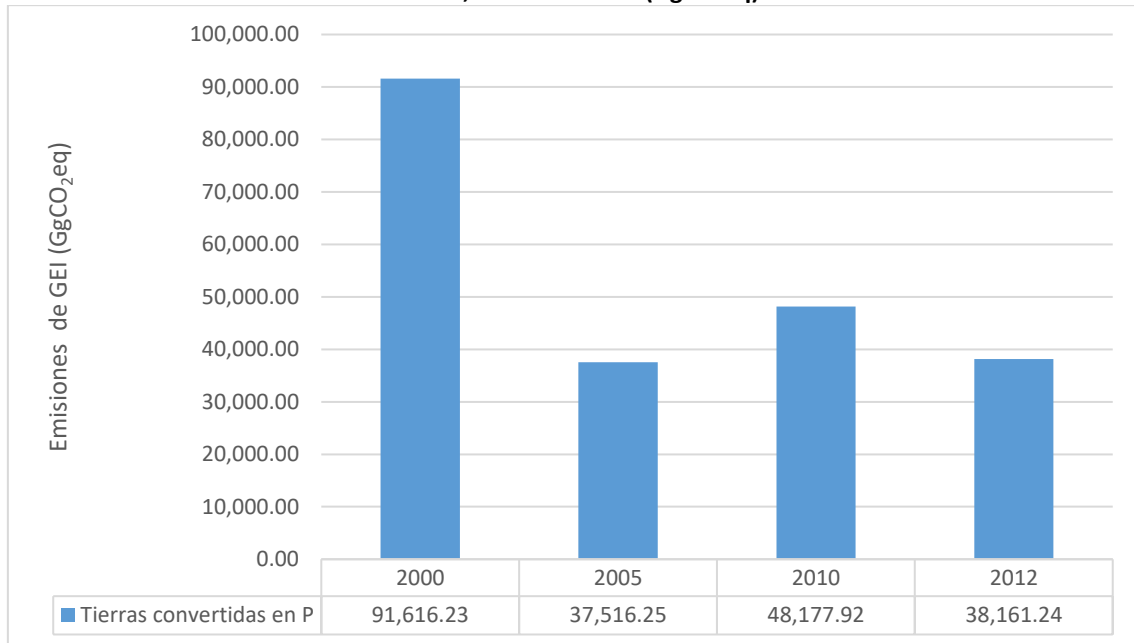
Figura 93. Cambios en las emisiones de GEI de las Tierras convertidas en pastizales para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura presenta los resultados de las emisiones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2000 (91,616.23 GgCO₂eq) el año con mayores emisiones dentro del periodo analizados.

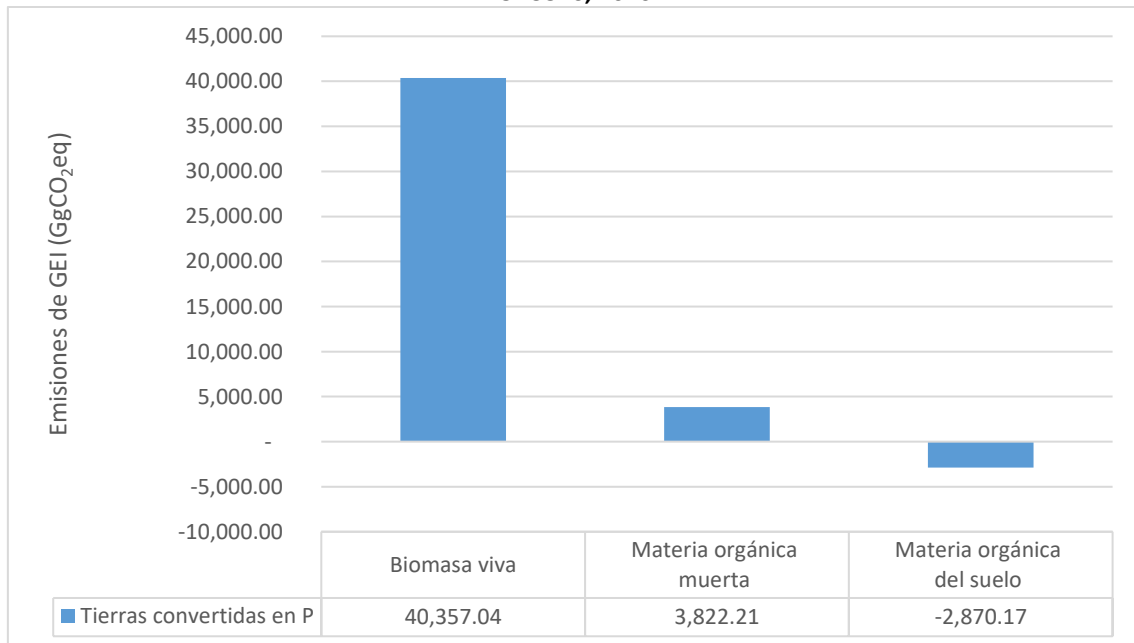
Figura 94. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras convertidas en pastizales para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 85.78% (40,357.04 GgCO₂eq) corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea). La materia orgánica muerta representa el 8.12% (3,822.21 GgCO₂eq) y la materia orgánica del suelo representa, en términos absolutos, el 6.10% (-2,870.17 GgCO₂eq).

Figura 95. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.10. Humedales

La subcategoría Humedales incluye a las tierras cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año (p.ej. turberas) que no pueden clasificarse como tierras forestales, tierras de cultivos, pastizales o asentamientos.

De acuerdo con la matriz de uso y cambio de uso de la tierra para el período 1997-2016, para el año 2016 se ha identificado que la categoría humedales ocupa una superficie total de 3,196,078.92 ha. Sin embargo, no ha sido posible estimar las emisiones asociadas a esta subcategoría debido principalmente a la falta de información sobre superficies sujetas a extracción de turba o de superficies anegadas para la estratificación de suelos orgánicos y minerales.

Por este motivo, el RAGEI 2016 no reporta las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de esta subcategoría.

9.11. Asentamientos

Esta subcategoría comprende la estimación de las emisiones y remociones de GEI debido a cambios en la biomasa, en la materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo en las Asentamientos que permanecen como Asentamiento y las tierras convertidas en Asentamientos.

9.11.1. Asentamientos que permanecen como Asentamientos

Las emisiones de GEI en los asentamientos que permanecen como asentamientos comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

En el método de cálculo Nivel 1, se asumió que no hay cambios en las existencias de carbono de la biomasa viva, la materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo porque están en equilibrio, por lo que no se reportan emisiones en esta subcategoría.

9.11.2. Tierras convertidas en Asentamientos

Las emisiones de GEI en las tierras convertidas en asentamientos comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.11.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa viva en tierras convertidas en pastizales es una combinación del Nivel 1 y Nivel 2. Para el caso de las existencias de carbono en materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo en tierras convertidas en asentamientos, se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

9.11.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos espaciales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 123. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en asentamientos

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Variable IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en la biomasa viva	Variación de las reservas de carbono por efecto de la conversión del uso de la tierra a Pastizales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelos	Superficie anual de tierras convertidas en asentamientos	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995. La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
	Materia orgánica muerta	Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta (incluye madera muerta y hojarasca)			<i>European Space Agency</i>	
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en Pastizales (ha) – Acumulado 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra.	
		Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No se dispone de información nacional sobre área de suelos forestales orgánicos drenados			

Fuente: GTA, 2020

9.11.2.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas brindan a detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo.

Tabla 124. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva, en tierras convertidas en asentamientos

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Promedio ponderado de cuatro ecozonas de la Amazonía.	309.35	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Costa	21.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Sierra	52.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Pastizales, clima tropical húmedo y muy húmedo	10	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de TC por conversión a P	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0	t m.s./ha	Valor por defecto referido en las guías.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C/t m.s.)	0.47	t C/t m.s.	Este valor fue aplicado para uso para todas las estimaciones de pérdidas y ganancias de la biomasa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3

Fuente: GTA, 2020

Tabla 125 Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta, desde tierras forestales

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical húmedo	2.40 9.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Amazonía	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Bosque tropical seco	n.d. 3.30	t C./ ha	Este valor fue aplicado para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Existencias de carbono en hojarasca y madera muerta para Sistemas montañosos tropicales	5.90 8.00	t C./ ha	La suma de estos valores fue aplicada para estimar las existencias de MOM en bosques del bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.2

Fuente: GTA, 2020

Tabla 126. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo, en tierras convertidas en asentamientos

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00 1.00 1.00	Sin dimensión	Valores usados para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

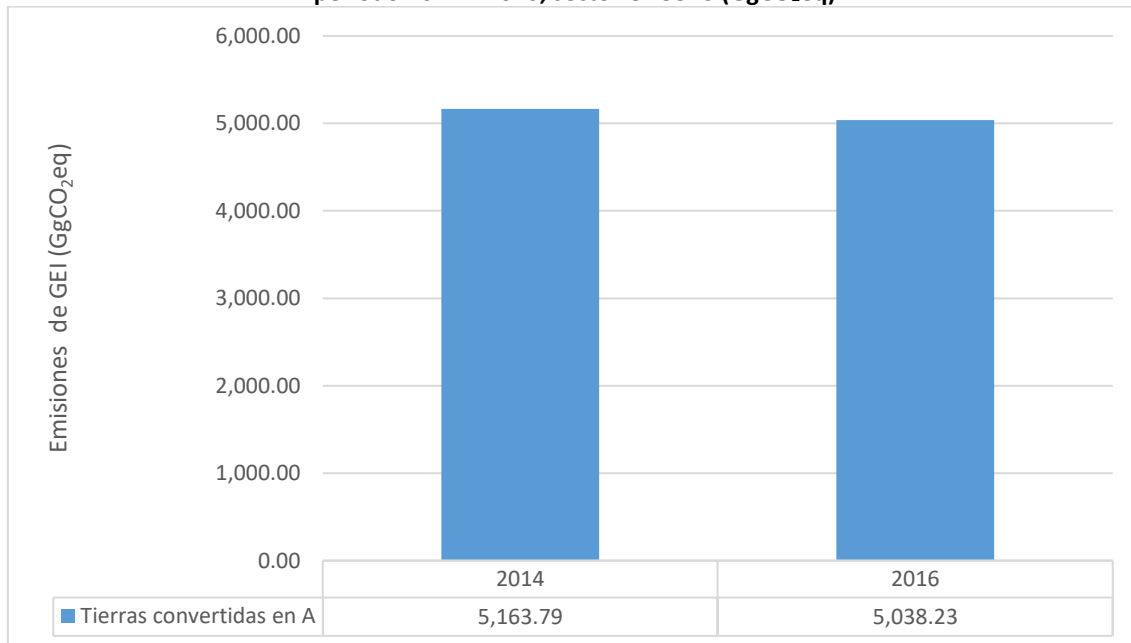
Fuente: GTA, 2020

9.11.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas en tierras convertidas en asentamientos fueron 5,038.23 GgCO₂eq, que representa el 4.62% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 2.43% respecto al año 2014.

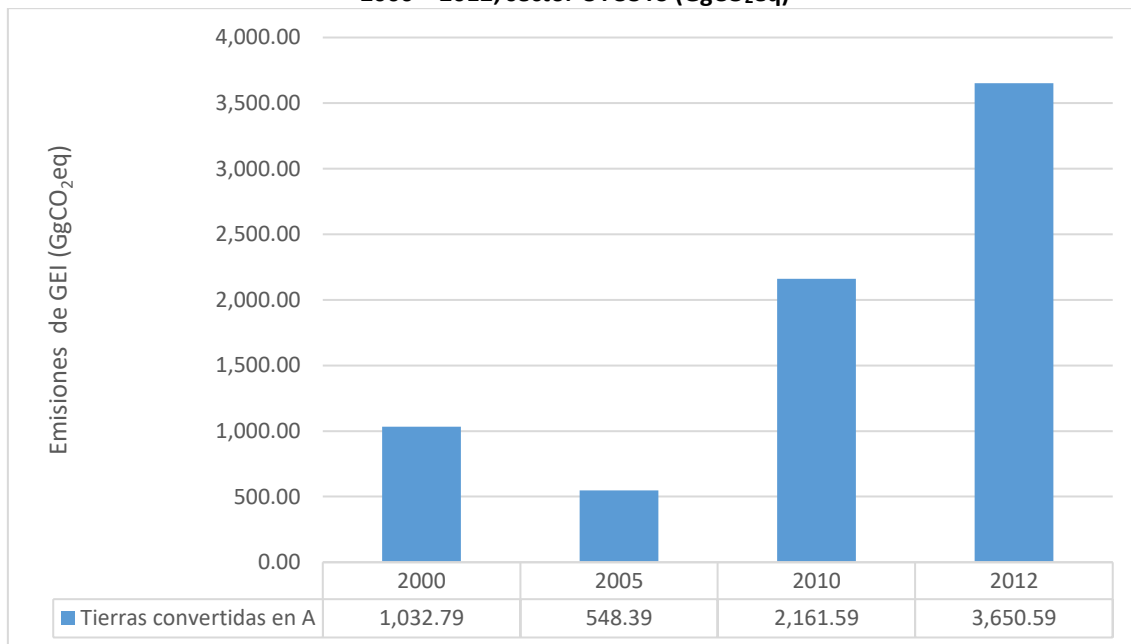
Figura 96. Cambios en las emisiones de GEI de las Tierras convertidas en asentamientos para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura presenta los resultados de las emisiones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2012 (3,650.59 GgCO₂eq) el año con mayores emisiones dentro del periodo analizado.

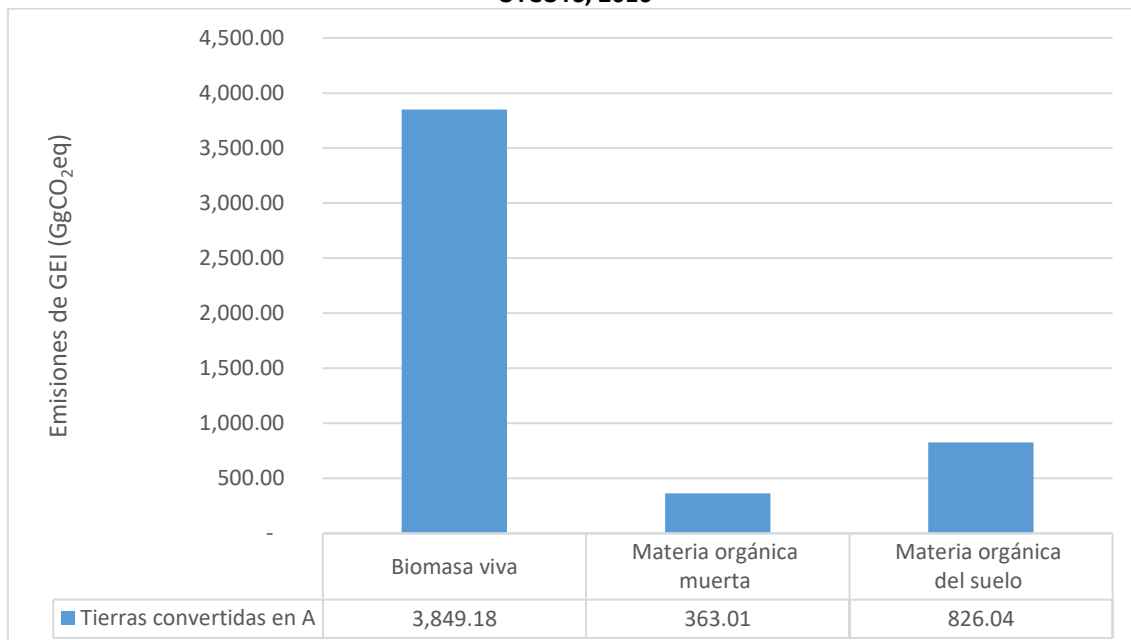
Figura 97. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras convertidas en asentamientos para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 76.40% (3,849.18 GgCO₂eq) de las emisiones corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea). La materia orgánica del suelo representa el 16.40% (826.04 GgCO₂eq) y a materia orgánica muerta representa el 7.21% (363.01 GgCO₂eq).

Figura 98. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

9.12. Otras Tierras

La categoría Otras Tierras engloba las superficies de suelos desprovistos de vegetación, las rocas, el hielo, etc., y todo tipo de áreas de tierra no incluidas en ninguna de las demás categorías de uso de la tierra. Su inclusión responde a la necesidad de contabilizar la totalidad la superficie del país en que se dispone de datos.

Esta subcategoría comprende la estimación de las emisiones y remociones de GEI debido a cambios en la biomasa, en la materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo en las tierras convertidas en otras tierras.

9.12.1. Otras tierras que permanecen como otras tierras

De acuerdo a las Directrices del IPCC del 2006, la subcategoría otras tierras, a menudo, no corresponde a tierras que están gestionadas, por lo cual, no se estiman los cambios en las existencias de carbono. Sin embargo, todas las superficies de Otras tierras que permanecen como otras tierras deben ser incluidas en la matriz de cambios en el uso de la tierra, como forma de verificación de la superficie total nacional.

Por lo anterior, no se reportan emisiones de esta subcategoría.

9.12.2. Tierras convertidas en Otras Tierras

Las emisiones de GEI en las Tierras convertidas en Otras Tierras comprenden la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo.

9.12.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en tierras de cultivo es una combinación del Nivel 1 y Nivel 2. Para el caso de las existencias de carbono en materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo en tierras convertidas en otras tierras, se aplicó el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

9.12.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos espaciales brindados por instituciones nacionales e internacionales con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 127. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en otras tierras

Reservorios	Nivel de actividad IPCC	Detalle de Variaciones a Estimar	Datos de Actividad			
			Variable IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Comentarios
Biomasa Viva	Cambios de las existencias de carbono en la biomasa viva	Variación de las reservas de carbono por efecto de la conversión del uso de la tierra a Pastizales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en Otras Tierras	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra. <i>European Space Agency</i>	El PNCBMCC genera información para entender las trayectorias en el uso de la tierra. El módulo cuenta con información espacial para los periodos: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2011, 2011-2013, 2013-2016. Estos mapas son la información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en el bioma Amazonía de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC. Asimismo, a partir de la información base, se construyó un modelo histórico para la reconstrucción de la serie histórica comprendida entre 1975 y 1995. La información base para la construcción de las matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas de Costa y Sierra fue la información satelital descargada de la <i>European Space Agency</i> para los periodos 1994-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2012, 2012-2014, 2014 2016 y 2016-2014. Toda la información espacial descargada fue re proyectada y ajustada al territorio nacional y los límites de los biomas Costa y Sierra. Asimismo, se reclasificó la leyenda de acuerdo con las seis categorías de uso de la tierra del IPCC.
		Cambio anual en las existencias de carbono orgánico de los suelos minerales	Superficie bajo conversión hacia una nueva categoría de uso de suelo	Superficie de tierras convertidas en otras tierras (ha) – Acumulado 20 años	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Modulo Cambio de uso de la tierra. <i>European Space Agency</i>	
Carbono orgánico del suelo	Cambios de las existencias de carbono de los suelos	Pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados	No se dispone de información nacional sobre área de suelos forestales orgánicos drenados			

Fuente: GTA, 2020

9.12.2.3. Factores de emisión y conversión

Las siguientes tablas brindan a detalle los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva y carbono orgánico del suelo.

Tabla 128. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Promedio ponderado de cuatro ecozonas de la Amazonía.	309.35	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Costa	21.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal. Sierra	52.87	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P	MIDAGRI - SERFOR 2019
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Pastizales, clima tropical húmedo y muy húmedo	10.00	t m.s./ha	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de TC por conversión a P	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0.00	t m.s./ha	Valor por defecto referido en las guías.	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.1
Fracción de carbono de la biomasa forestal aérea (t C / t m.s.)	0.47	t C/ t m.s.	Este valor fue aplicado para usado para todas las estimaciones de pérdidas y ganancias de la biomasa	Directrices del IPCC de 2006, volumen 4, capítulo 4, cuadro 4.3

Fuente: GTA, 2020

Los factores de emisión para estimar las emisiones en el carbono orgánico del suelo se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 129. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	40	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} ,	38	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen

Factores	Valor	Unidad	Comentario	Fuente de información
suelos ABA, región tropical húmeda			defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos de humedal, región tropical húmeda	68	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Amazonía.	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos AAA, región tropical seca	21	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos arenosos, región tropical seca	9	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Costa	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.5
Valor de referencia de las reservas de carbono COS _{REF} , suelos AAA, región montañoso tropical	51	t C./ ha	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales en bioma Sierra	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 2, cuadro 2.5
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para tierras de cultivo	0.83, 1.10, 0.92	Sin dimensión	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 5, cuadro 5.10
Factores por defecto de variación de las reservas: FLU, FMG, FI para pastizales	1.00 1.00 1.00	Sin dimensión	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*, volumen 4, capítulo 6, cuadro 6.2

*Se emplearon factores de emisión de las Directrices de 2006 revisadas de 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.

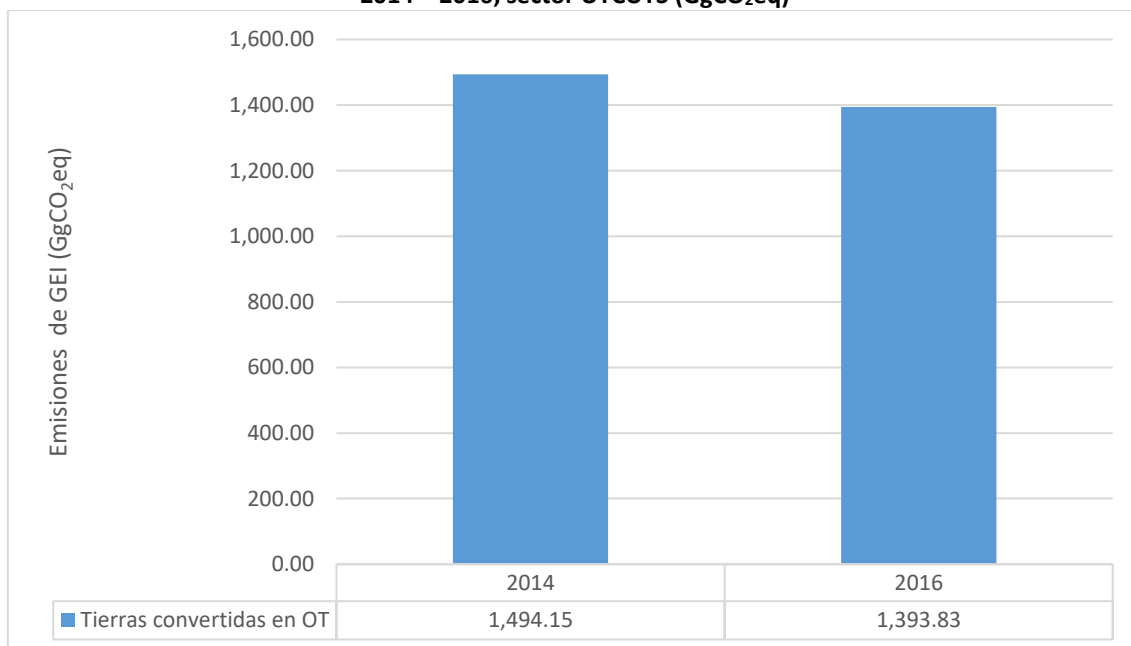
Fuente: GTA, 2020

9.12.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas en tierras convertidas en otras tierras fueron 1,393.83 GgCO₂eq, que representa el 1.28% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 6.71% respecto al año 2014.

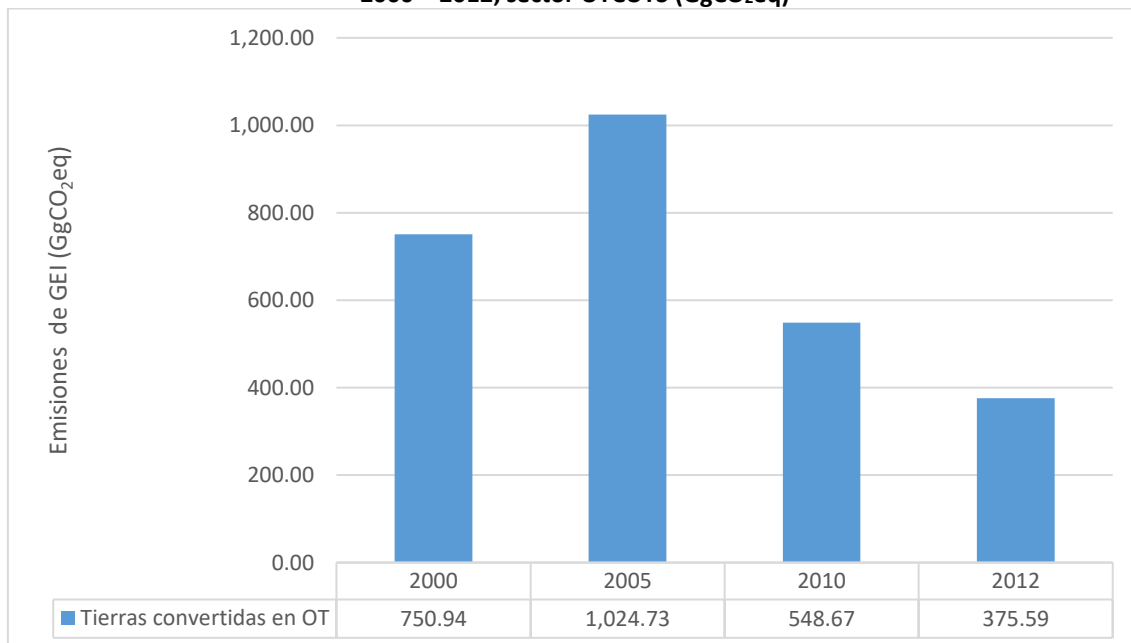
Figura 99. Cambios en las emisiones de GEI de las Tierras convertidas en otras tierras para el período 2014 – 2016, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

Por otro lado, la siguiente figura presenta los resultados de las emisiones de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo el 2005 (1,024.73 GgCO₂eq) el año con mayor emisión dentro del periodo analizado.

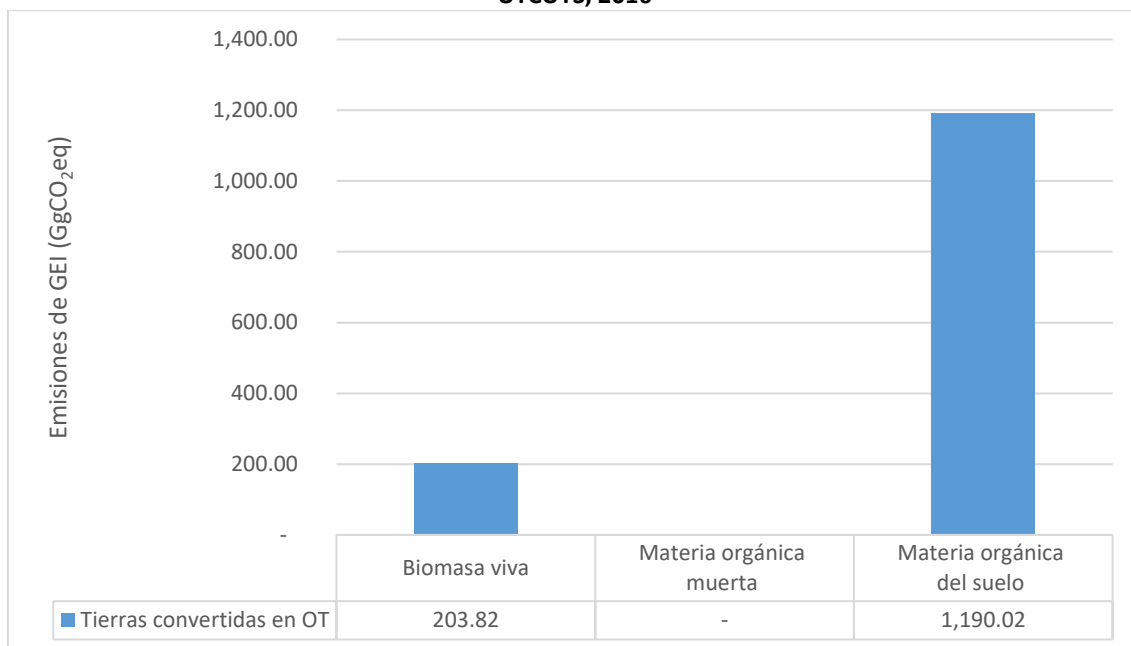
Figura 100. Evolución de emisiones de GEI de las Tierras convertidas en otras tierras para el período 2000 – 2012, sector UTCUTS (GgCO₂eq)



Fuente: GTA, 2020

En la siguiente figura, se puede observar cómo se encuentran distribuidas las emisiones y remociones del año 2016 entre los reservorios de carbono, donde el 85.38% (1,190.02 GgCO₂eq) corresponden a los cambios en las existencias de carbono en la materia orgánica del suelo. La biomasa viva representa el 14.62% (203.82 GgCO₂eq).

Figura 101. Distribución de las emisiones y remociones de CO₂ por reservorios de carbono, sector UTCUTS, 2016



Fuente: GTA, 2020

10. RESULTADO DEL SECTOR DESECHOS

El sector Desechos aborda las emisiones de GEI procedentes de las categorías Eliminación de desechos sólidos (4A), Tratamiento biológico de los desechos sólidos (4B), Incineración e incineración abierta de desechos (4C), y Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D).

10.1. Análisis de la situación sectorial

El sector Desechos comprende la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales.

Respecto a la gestión de residuos sólidos en el Perú, el MINAM es el ente rector a nivel nacional para la gestión y manejo de los residuos. En el año 2016, se contó con 26⁴⁹ rellenos sanitarios que atendieron la demanda de 83 distritos a nivel nacional (11,094,490.00 habitantes), evidenciando así un déficit importante de infraestructura de disposición final adecuada de residuos sólidos, considerando que en el país existen 1,874 distritos (31,488,625.00 habitantes). La falta de infraestructura ha dado lugar a la existencia de 1,585⁵⁰ áreas degradadas por residuos sólidos, conocidos como “botaderos”.

De los 26 rellenos sanitarios, sólo 2 (Relleno Sanitario Modelo Callao y Relleno Sanitario Huaycoloro) cuentan con un sistema de captura centralizada de gases para su quema o uso, los demás liberan a la atmósfera los gases generados causando un gran impacto ambiental.

Sin embargo, a partir de la publicación del reglamento de la Ley Gestión Integral de Residuos Sólidos, DS 014-2017-MINAM (21 de diciembre de 2017), se precisa que para el caso de rellenos sanitarios que manejen más de 200 toneladas de residuos sólidos diarios, éstos deberán implementar progresivamente la captura y quema centralizada de gases; lo que permitirá reducir las emisiones de GEI producto de la gestión de residuos sólidos municipales.

Respecto al tratamiento de aguas residuales en el Perú, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es el ente rector en materia de saneamiento. En el año 2016, se tuvo que 16,745,426.00 millones de personas contaban con el servicio de alcantarillado en zona urbana y 1,247,205 millones del ámbito rural contaban con servicio de disposición sanitaria de excretas⁵¹.

De la población con alcantarillado, el volumen total recolectado fue de 1,029,792,314.00 m³ y el volumen total tratado fue de 685,213,771 m³, evidenciándose una brecha importante de cobertura y calidad debido principalmente a⁵²: 1) Insuficiente cobertura y calidad de servicios; 2) Deficiencia en la gestión de las inversiones; 3) Debilidad de la gestión de los prestadores; 4) Ausencia de estándares para la formulación de proyectos de saneamiento⁵³; 5) Inadecuada articulación de los actores en los tres niveles de gobierno⁵⁴; y, 6) Baja valoración de los servicios de saneamiento⁵⁵.

A nivel territorial, la Región Lima junto con la Provincia Constitucional del Callao concentraron la mayor población urbana sin acceso al agua potable y alcantarillado (28.9 % y 25.3% del total de la población carente de dichos servicios), mientras que, a nivel rural, la mayor población sin

⁴⁹ Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos – MINAM. Archivo de sustento MINAM (2018). Disposición final 2016.xls

⁵⁰ Inventario de áreas degradadas por residuos sólidos – OEFA

⁵¹ INEI (2018). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín: Perú Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Página 48. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf.

⁵² Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA, Política Nacional de Saneamiento, p.45-49.

⁵³ Lo que incluye soluciones técnicas inadecuadas y sin criterios de sostenibilidad que devienen en infraestructura inoperativa o mal operado.

⁵⁴ Lo que incluye “normatividad enfocada en el cumplimiento de los objetivos de cada institución (con sus propias prioridades y tiempos), sin una visión global y sin coordinación entre los diferentes actores, que ralentiza los procesos y merma notablemente la eficiencia y eficacia de estos.”

⁵⁵ “La percepción negativa de la gestión de las empresas y la poca valoración del agua potable y los servicios colaterales no contribuyen a mejorar los hábitos de pago de los usuarios y, como consecuencia de ello, no permiten cubrir los costos de operación, mantenimiento y ampliación de coberturas que se reflejan en retraso tarifario.”

acceso al agua (407,234 habitantes) fue la región Puno y la mayor población sin acceso a los servicios de alcantarillado (752,454 habitantes) fue la región Cajamarca⁵⁶.

En cuanto al nivel de tratamiento de aguas residuales, en el 2016 se reportó que el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) trató un 75.95% del agua residual recolectada, las grandes empresas un 57.8%, las medianas un 36.25% y las pequeñas un 9.9%⁵⁷.

10.2. Análisis del resultado sectorial

Las emisiones de GEI de este sector incluyen la categoría de i) Eliminación de desechos sólidos (4A), y subcategorías de ii) Incineración abierta de desechos (4C2), iii) Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas (4D1) y iv) Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales (4D2).

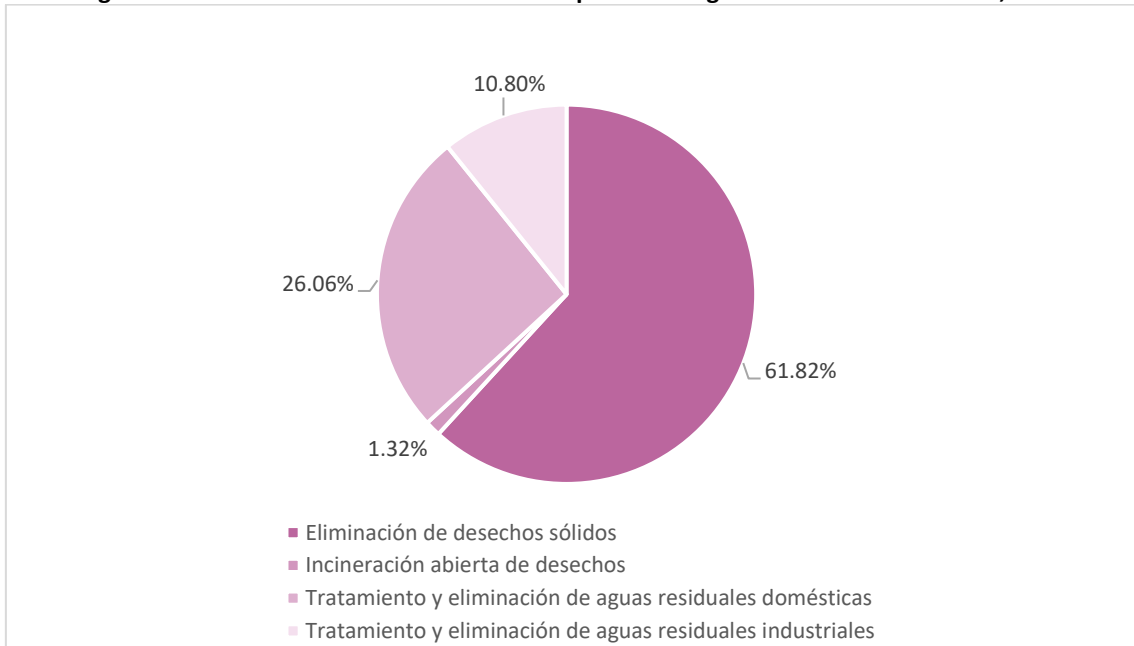
En el año 2016, las emisiones de GEI del sector fueron de 6,437.67 GgCO₂eq, representando el 3.14% de las emisiones a nivel nacional. La principal fuente de emisión es la categoría Eliminación de desechos sólidos (4A) con 3,979.47 GgCO₂eq, representando el 61.82% de las emisiones de este sector. La segunda subcategoría con mayor emisión de GEI reportada es el Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (4D1) con 1,677.75 GgCO₂eq, representando el 26.06%. El resto de las subcategorías en su conjunto contribuyen con el 12.12%.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las emisiones de GEI por subcategorías:

⁵⁶ Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA, Política Nacional de Saneamiento, p.45.

⁵⁷ Decreto Supremo N° 018-2017-VIVIENDA, Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021, p.41.

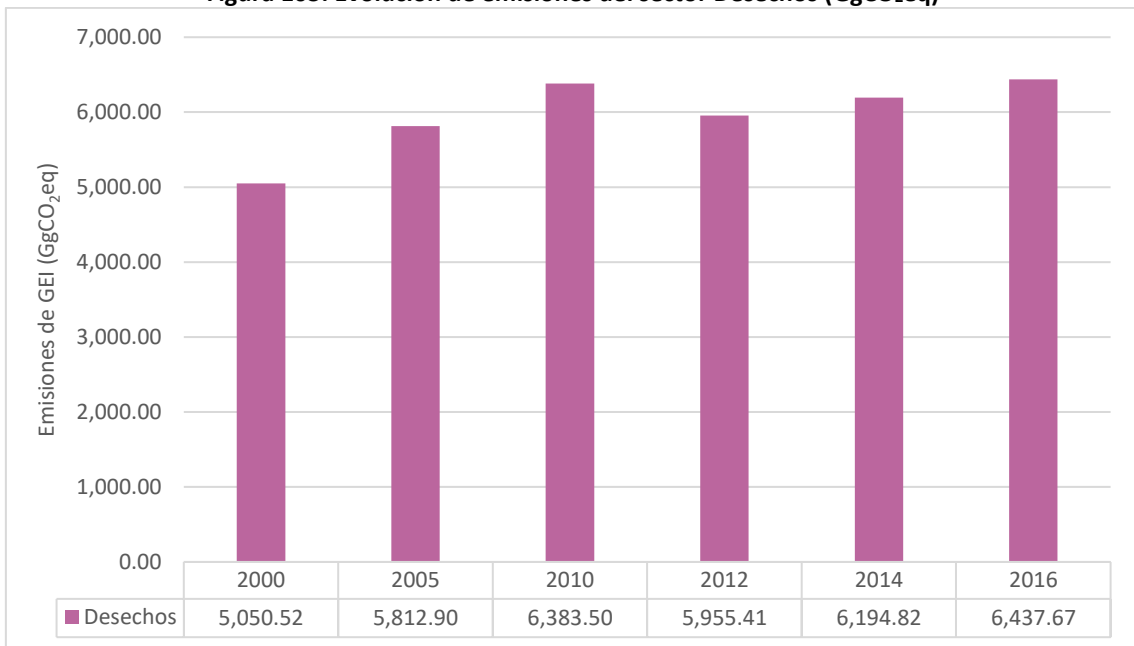
Figura 102. Distribución de emisiones de GEI por subcategorías del sector Desechos, 2016



Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 3.92% respecto al año 2014 y en un 27.47% respecto al año 2000. El crecimiento de las emisiones sigue la tendencia del crecimiento de la población.

Figura 103. Evolución de emisiones del sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

Las tablas de reporte del sector, según el formato de las Directrices del IPCC de 2006, se muestran en el Anexo 1.5.

10.3. Actualización de la serie temporal

Se han incorporado mejoras en el cálculo de las estimaciones de GEI del año 2016, las mismas que fueron consideradas para la actualización de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005 y 2000, siendo la mejora más importante la aplicación del método de las Directrices del IPCC de 2006 en todo el sector Desechos. La lista completa de las acciones de mejoras incorporadas en los cálculos se encuentra detallada en los RAGEI respectivos.

En la siguiente tabla y figura, se muestra la actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del año 2016 al año 2000.

Tabla 130. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Desechos (GgCO₂eq)

Categorías/Sub categorías		2000			2005			2010			2012			2014			2016
		Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)			Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)			Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)			Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)			Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)			Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)
		O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O
4A	Eliminación de Desechos Sólidos	3,973.29	3,352.02	-15.64%	4,047.48	3,545.41	-12.40%	5,126.20	3,555.79	-30.63%	5,229.38	3,418.72	-34.62%	6,439.12	3,455.72	-46.33%	3,979.47
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	-	72.85	-	-	72.85	-	-	72.85	-	-	89.86	-	-	83.46	-	85.22
	4C2 Incineración abierta de desechos	-	72.85	-	-	72.85	-	-	72.85	-	-	89.86	-	-	83.46	-	85.22
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	1,969.87	1,625.65	-17.47%	2,321.78	2,194.65	-5.48%	1,796.23	2,754.86	53.37%	2,254.92	2,446.82	8.51%	3,240.61	2,655.64	-18.05%	2,372.98
	4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	1,636.02	1,359.39	-16.91%	2,016.74	1,520.53	-24.60%	1,422.68	1,706.89	19.98%	1,481.91	1,773.65	19.69%	2,416.63	1,939.97	-19.72%	1,677.75
	4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	333.85	266.26	-20.25%	305.04	674.12	121.00%	373.54	1,047.98	180.55%	773.02	673.17	-12.92%	823.99	715.67	-13.15%	695.23
Total		5,943.16	5,050.52	-15.02%	6,369.26	5,812.90	-8.73%	6,922.43	6,383.50	-7.79%	7,484.30	5,955.41	-20.43%	9,679.73	6,194.82	-36.00%	6,437.67

Leyenda: O - Original, A - Actualizado, Δ - Variación de la actualización con respecto a la estimación original

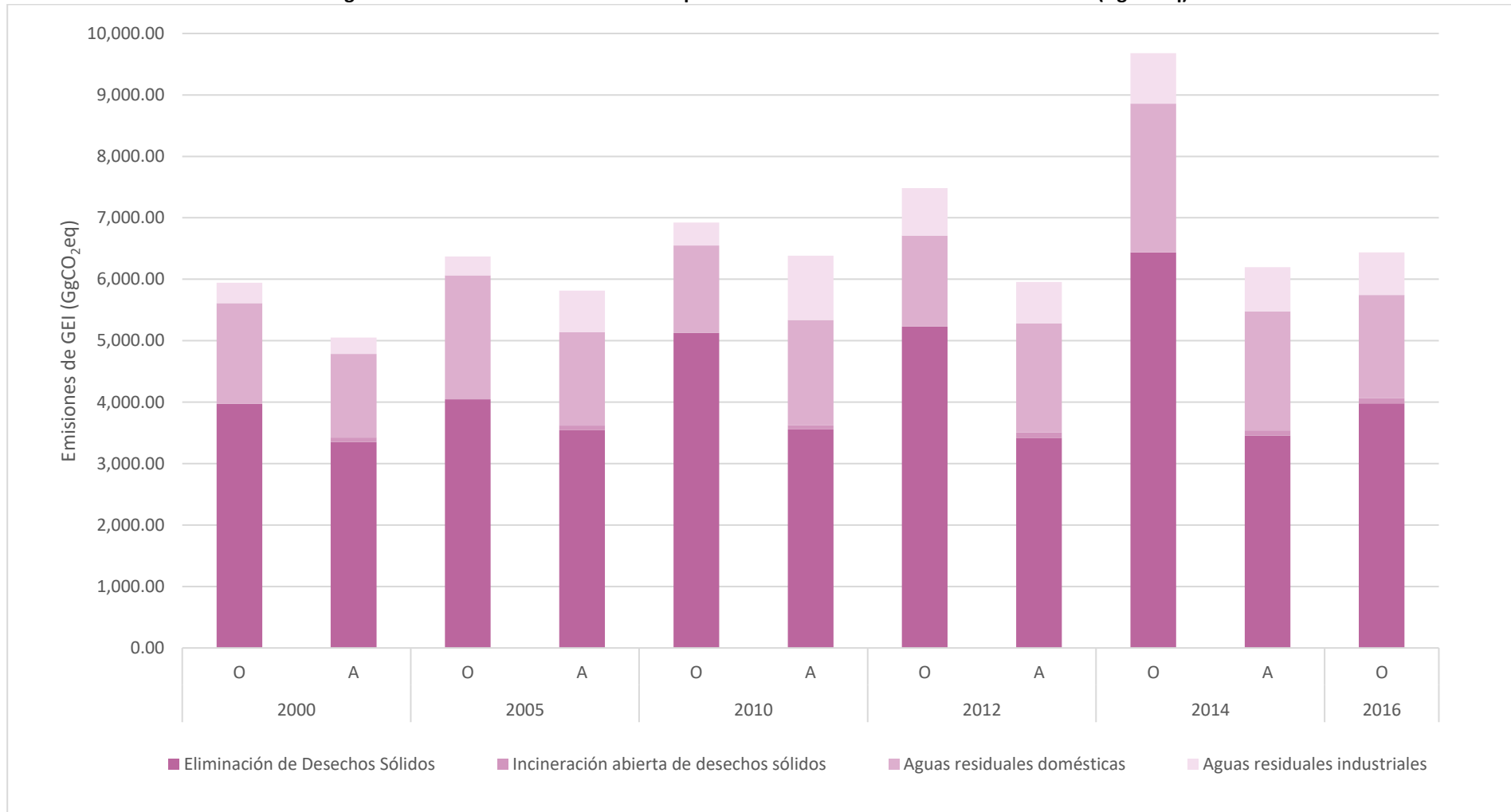
Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

En la tabla anterior, se aprecia que a nivel agregado las emisiones de GEI del sector Desechos, presenta una variación porcentual negativa, es decir la actualización de la serie temporal de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014, aplicando el método de las Directrices del IPCC de 2006, han dado resultados menores que el valor original, donde se utilizaba el método de las Directrices del IPCC de 1996. La mayor variación de la actualización de la serie temporal ocurre para los años 2012 y 2014 con una variación del -20.13% y -36.00% respectivamente con respecto al valor original.

A nivel de subcategorías, se aprecia que las emisiones de las subcategorías Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (4D2) son superiores a las estimaciones originales en los años 2005 y 2010 con una variación del 121.00% y 180.55% respectivamente, al valor original. Esto se puede atribuir a la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 y los supuestos considerados en el tratamiento de las aguas residuales industriales (las industrias podrían estar implementado tecnologías empleadas para el tratamiento de sus aguas residuales domésticas).

En la siguiente figura se aprecia, las variaciones de las emisiones de GEI actualizadas respecto a los valores originales.

Figura 104. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Desechos (GgCO₂eq)



Leyenda: O - Original, A - Actualizado

Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

10.4. Control de calidad y garantía de la calidad sectorial

10.4.1. Control de calidad

Para el control de calidad, se aplicaron procedimientos generales y específicos que establecen las Directrices del IPCC de 2006. La siguiente tabla detalla los procedimientos aplicados en este sector.

Tabla 131. Acciones implementadas producto del proceso de control de calidad del sector Desechos

Categorías/ subcategorías		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
4A	Eliminación de Desechos Sólidos	Vincular las celdas de la planilla de cálculo con la información base.	Todos los cálculos realizados en la planilla de cálculo han sido vinculados con la información base.
		Incorporar los datos de actividad recopilados en la misma planilla de cálculo dado por el software del IPCC.	Se agregaron pestañas a la planilla de cálculo con la información de los datos de actividad recopilados.
		Incorporar las fuentes de información.	La información completa sobre las fuentes de datos ha sido referenciada debidamente en la planilla de cálculo.
4C2	Incineración abierta de desechos	Vincular las celdas de la planilla de cálculo con la información base.	Todos los cálculos realizados en la planilla de cálculo han sido vinculados con la información base.
		Incorporar las fuentes de información.	La información completa sobre las fuentes de datos ha sido referenciada debidamente en la planilla de cálculo.
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Colocar la fuente de información para los datos nacionales utilizados como el DBO ₅ .	La fuente de información para el DBO ₅ ha sido incluida en la planilla de cálculo, así como en el RAGEI.
		La fuente de información base debe ser la fuente primaria, no citar los RAGEI anteriores.	Las fuentes de información han sido citadas utilizando la fuente primaria.
		Corroborar que todas las unidades de los valores indicados en la tabla de emisiones incluida en la pestaña "Serie Temporal" de la planilla de cálculo sean las correctas.	Las unidades han sido corroboradas en la planilla de cálculo del RAGEI.
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Eliminar las industrias que no se citan como ejemplo en las Directrices del IPCC de 2006, las cuales si se consideraban con la metodología anterior.	Se han incluido únicamente las industrias indicadas en las Directrices del IPCC de 2006.
		Colocar la fuente primaria de información.	Las fuentes primarias de información han sido colocadas en las planillas de cálculo.

Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

La lista completa de procedimientos de control de calidad, se encuentran detallada en el ANEXO XIII del presente informe.

10.4.2. Garantía de calidad

En este subcapítulo se presenta los principales hallazgos identificados por el equipo de revisores internacionales de inventarios. En la siguiente tabla se presentan dichos hallazgos y las acciones que fueron implementadas en el RAGEI 2016 de este sector:

Tabla 132. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Desechos

Categorías/subcategorías		Hallazgos	Acciones implementadas
4A y 4C2	Eliminación de Desechos Sólidos e Incineración abierta de desechos	Se recomienda describir en el informe de inventario las diferentes tasas de generación y composiciones de desechos utilizadas en las estimaciones.	Se ha realizado la descripción recomendada.
		Se recomienda obtener información sobre desechos industriales y sobre los lodos generados en plantas de tratamiento de aguas que son transportados a vertederos.	A la fecha de elaboración del RAGEI, no se contaba con información sobre la cantidad de residuos no municipales generados y dispuestos. Sin embargo, se ha considerado su recopilación como una acción de mejora.
		Asegurar que la reducción de emisiones consideradas en el RAGEI no incluya algunas que pertenecen al sector energía.	Se aseguró que las reducciones de emisiones de los rellenos sanitarios únicamente pertenecen al sector desechos sólidos.
		Se recomienda conocer la cantidad de lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se depositan en los vertederos.	Se ha colocado como una acción de mejora.
		Se recomienda estimar la cantidad de desechos con son incinerados en los vertederos para mejorar las estimaciones de las categorías 4A y 4C.	Se ha colocado como una acción de mejora.
		Se debe documentar los juicios de experto realizados.	Los juicios de experto se detallan en RAGEI.
		Se recomienda abordar el levantamiento de información sobre tratamiento biológico de desechos sólidos para estimar las emisiones de la categoría 4B.	Se ha colocado como una acción de mejora.
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Los lodos procedentes de las plantas de tratamiento de agua residuales domésticas no se consideran en el presente RAGEI.	La información sobre lodos en el país no se encuentra disponible por lo cual las emisiones del tratamiento o eliminación de lodos no se abordan en el RAGEI. Sin embargo, se ha colocado como una acción en el plan de mejora.
		Se recomienda incluir en el informe del RAGEI el grado de utilización de cada tipo de descarga y tipo de tratamiento de aguas residuales domésticas.	El grado de utilización de cada tipo de descarga y tipo de tratamiento de aguas residuales domésticas ha sido incluido en el RAGEI.
		Se recomienda describir claramente en el informe del RAGEI los motivos para no realizar el ajuste por aguas industriales en la categoría 4D1.	La justificación ha sido descrita en el RAGEI.
		Para las emisiones de N ₂ O se debe incluir el parámetro de ajuste por aguas industriales, ya que dichas	El parámetro de ajuste (factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los

Categorías/subcategorías		Hallazgos	Acciones implementadas
		emisiones NO se estiman en la categoría 4D2.	sistemas de alcantarillado) ha sido incluido en los cálculos (valor de 1.25).
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Se debe levantar información sobre los tipos de tratamiento y carga orgánica de los efluentes industriales.	Al momento de elaboración del RAGEI, no se contó con dicha información por lo cual se han realizado supuestos en base a juicio de experto. Sin embargo, se ha colocado como una acción de mejora.

Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

La lista completa de hallazgos derivados del procedimiento de garantía de calidad, realizados por María José López Blanco, revisor líder de inventarios de GEI, se encuentra detallada en el ANEXO IVX del presente informe.

10.5. Plan de mejora

La siguiente tabla presenta las oportunidades de mejora propuestas para la elaboración de futuros RAGEI.

Tabla 133. Acciones de mejora generales planificadas para futuros inventarios

Categoría/ Sub categoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
4A y 4C2	Eliminación de Desechos Sólidos e Incineración abierto de desechos	Recabar información sobre la generación de residuos sólidos no municipales con el fin de incluirlos en la estimación de las emisiones de la categoría 4A. Por lo pronto, estas emisiones no son consideradas en este reporte dado que no se cuenta con dicha información.	Mejorar la exactitud de los cálculos	A partir del año 2017 entró en vigor la nueva Ley De Gestión Integral de Residuos sólidos donde se insta a las empresas reportar las actividades relacionadas a la gestión de los residuos no municipales. Por otro lado, el MINAM a través de la DGRS debe administrar el Sistema de Información sobre la Gestión de los Residuos Sólidos - SIGERSOL No Municipal, en el que se sistematizará la información sobre los residuos no municipales. En ese sentido, se contará con esta información para futuros RAGEI.	Mediano plazo
		Realizar las gestiones pertinentes para incluir preguntas específicas sobre gestión de residuos sólidos requeridas para el RAGEI en la encuesta nacional de hogares que realiza el INEI. Para ello, se retomará contacto con dicha entidad y se mostrará la importancia de la información requerida.	Mejorar la exactitud de los cálculos	La DGRS ha coordinado con el INEI para incluir información sobre la gestión de residuos sólidos municipales, pero se debe revisar que dicha información sirva también para los fines del RAGEI.	Mediano plazo
		Iniciar las coordinaciones con el INEI para incluir preguntas específicas relacionadas a gestión de residuos sólidos no municipales que contribuyan a la elaboración del RAGEI en la encuesta nacional de empresas.	Mejorar la exactitud de los cálculos	Aún no se han realizado acciones.	Mediano plazo
		Establecer un mecanismo de verificación de la información reportada en el SIGERSOL para garantizar la sostenibilidad y calidad del RAGEI.	Mejorar la exactitud de los cálculos	El SIGERSOL ha sido fortalecido por lo cual se contará con información robusta para la estimación de los siguientes RAGEI.	Mediano plazo

⁵⁸ Es recomendable que las entidades realicen un plan de trabajo interno más detallado, y que luego de ser validado se inserte en el siguiente RAGEI.

Categoría/ Sub categoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
	Evitar la asignación de valores de GPC y de composición de residuos sólidos para años donde no se cuenta con la información.	Mejorar la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
	Abordar el levantamiento de información sobre tratamiento biológico para cuantificar las emisiones de la categoría 4B. Coordinando, además, con el MVCS para obtener datos sobre compostaje en zona rural y con el Ministerio de la Producción para obtener información sobre producción de biogás producto de la digestión anaeróbica como tratamiento de efluentes industriales in situ.	Mejorar la exactitud y exhaustividad de los cálculos.	Con el fortalecimiento del SIGERSOL esta información será recabada para futuros RAGEI.	Mediano plazo.
	Recopilar información sobre la incineración controlada de desechos sólidos a nivel nacional. Esta información puede ser conseguida en coordinación con el Ministerio de Salud quienes podrían llevar el control de los residuos sólidos hospitalarios y peligrosos que se incineran por seguridad, además de otras fuentes de incineración.	Mejorar la exactitud y exhaustividad de los cálculos	Dada la entrada en vigor de la nueva Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, esta información será recabada y considerada en los futuros RAGEI.	Mediano plazo.
	Obtener información detallada sobre volúmenes recibidos/tratados por vertedero e información sobre la composición de los residuos, para avanzar a enfoques metodológicos superiores. Esta información permitirá diferenciar más fácilmente por zonas climáticas, y/o estimar los parámetros de degradación del método FOD del IPCC para cada zona climática/vertedero.	Mejorar la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
	Identificar las cantidades de lodos generados en PTAR y depositados en vertedero. Estas cantidades orgánicas se deben sustraer de la estimación de las categorías 4D1 y 4D2 y considerar en la categoría 4A. Identificar las cantidades de desechos quemadas en vertedero. Esto permitirá mejorar las estimaciones de la categoría 4A y 4C.	Mejorar la exactitud y exhaustividad de los cálculos	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
	Estimar las emisiones de gases precursores (NMVOC, NOx, SO ₂) utilizando las guías EMEP/EEA 2019, disponibles en https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019 Con las variables de actividad reproducidas, identificando los factores de emisión correspondientes en las guías EMEP/EEA.	Mejora la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.

Categoría/ Sub categoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Involucrar a los proveedores de información en el proceso de elaboración del RAGEI incluyendo capacitaciones, con el objetivo de que conozcan la importancia de recopilar la información base para la estimación y en conjunto se realice mejora a los datos hallados, así como juicios de expertos donde se requiera.	Mejorar la exactitud de los cálculos	Se ha involucrado a la OGEI del MVCS y a la SUNASS en el proceso de cálculo del presente RAGEI. Sin embargo, se requiere formalizar la cooperación institucional para lograr este objetivo.	Mediano plazo
		Generar información sobre la fracción de las aguas residuales domésticas tratadas por tipo de tratamiento identificado por SUNASS en zona urbana y de los sitios de disposición sanitaria de excretas en zona rural.	Mejorar la exactitud de los cálculos	Se ha mostrado a la OGEI del MVCS y a la SUNASS la importancia de contar con dicha información para toda la serie temporal 2016-1994. Para el presente RAGEI se realizó el esfuerzo de estimación de dicha información, sin embargo, se requiere que se implemente un registro de estos datos específicos para los siguientes años.	Mediano plazo
		Obtener información sobre tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas en pequeñas ciudades. Por lo pronto estas ciudades están incluidas dentro de las estimaciones realizadas, sin embargo, requiere ser diferenciada.	Mejorar la exactitud de los cálculos	Esta información ha sido solicitada a la OGEI del MVCS. Este ajuste será incluido en el siguiente RAGEI.	Corto plazo
		Estimar factores de emisión específicos para los tratamientos nacionales.	Mejorar la exactitud de los cálculos	Esta acción de mejora debe ser implementada en coordinación con SUNASS. Aún no se han iniciado acciones de implementación ⁵⁹ .	Mediano plazo
		Analizar y ajustar, de considerarse pertinente, para que a través del ECAM se reporten las emisiones de gases de efecto invernadero. ⁶⁰	Mejora la exactitud y comparabilidad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

⁵⁹ Con el aplicativo ECAM y la Tabla Intervalo de FCM del cuadro 6.3 de las Directrices del IPCC (2006) se puede realizar un cálculo más preciso.

⁶⁰ El proyecto WaCCliM (Empresas de Servicios de Agua y Saneamiento para la Mitigación del Cambio Climático) apoya a las empresas de agua y saneamiento a reducir sus emisiones de GEI. El proyecto utiliza un enfoque intersectorial, considerando las implicaciones de los GEI en el nexo agua-energía-alimentos. La herramienta ECAM, es una herramienta de estimación de emisiones desarrollada por el Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania (BMUB) en el marco del proyecto WaCCliM, para estimar las emisiones de los servicios de agua y saneamiento, y que es de libre acceso vía web. ECAM ayuda a las empresas prestadoras de servicios

Categoría/ Sub categoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
	El ECAM (Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y las Emisiones de Carbono), es una herramienta que ha sido utilizada por algunas EPS, (2016-2017), en el marco del proceso de la formulación de planes de mitigación y adaptación al cambio climático (PMACC) solicitados por el Decreto Legislativo N° 1280 y su reglamento. Para que herramienta sea de utilidad para alimentar el INFOCARBONO, se ha identificado que se requiere crear una plataforma similar administrada por la DGAA, y alinear la metodología con la del INFOCARBONO.			
	Determinar la cantidad de lodos producido por cada sistema de tratamiento de aguas residuales, el tratamiento aplicado y la cantidad de metano recuperado o generado. En caso no se determine un tratamiento de este, indicar a los actores de la categoría 4A Eliminación de Desechos Sólidos para que lo consideren dentro de sus emisiones por la disposición final del mismo.	Mejorar la exactitud y exhaustividad de los cálculos	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
	Determinar el componente orgánico degradable (DBO) en base a información medida (real) para dejar de usar información teórica provista por el Reglamento Nacional de Edificaciones del año 2006.	Mejorar la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
	Evaluar la factibilidad de estimar el valor nacional de la capacidad máxima de producción de metano - B ₀ (kg de CH ₄ /kg de DBO).	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
	Coordinar con la FAO y con MIDAGRI sobre la disponibilidad de información actualizada del consumo promedio per-cápita de proteína. Actualmente se utilizan valores de los años 2000-2008, para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso generados por las excretas humanas.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Corto plazo.
	Coordinar con el sector competente la factibilidad de estimar el valor nacional de la fracción de nitrógeno en la proteína consumida y no consumida (kg nitrógeno/kg proteína) así como un factor de emisión (kg N ₂ O-N/kg N) nacional definiendo para este fin la mejor metodología de estimación.	Mejora la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.

de saneamiento a analizar el uso de energía y las emisiones totales de GEI a nivel de todo el sistema (agua potable y aguas residuales) e indica áreas para reducir las emisiones considerando todos los componentes del ciclo urbano del agua. Con esta herramienta generan insumos para la elaboración de los PMACC.

WaCCliM apoyó al MVCS y a la EPD de Cusco - SEDACUSCO, así como a otras EPS durante su periodo de implementación comprendido entre 2014 y 2018.

Categoría/ Sub categoría		Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
		Estimar las emisiones de gases precursores (COVDM, NOx, SO2) utilizando las guías EMEP/EEA 2019, disponibles en https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019	Mejora la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
		Revisar la ponderación aplicable a los factores de emisión para los sistemas que cuentan con aguas residuales recolectadas pero que no se derivan a una PTAR.	Mejorar la exactitud	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Involucrar a los proveedores de información en el proceso de elaboración del RAGEI incluyéndolos en reuniones y capacitaciones con el fin de que conozcan la importancia de generar la información requerida para una mejora en el inventario.	Mejora la exhaustividad	Se ha establecido contacto con la ANA. Sin embargo, se requiere formalizar su participación continua. Por otro lado, aún no se han tomado acciones de contacto con las EPS. Esto debería ser coordinado con el MVCS.	Corto plazo
		Requerir la información sobre el tratamiento de las aguas residuales industriales haciendo un muestreo de los principales rubros de producción identificados como mayores emisiones (industria de papel, industria de carnes, industria del azúcar, industria de las hortalizas, frutas y verduras y la industria de elaboración de cerveza y malta).	Mejora la exactitud de los cálculos	Se ha establecido contacto con SUNAT quienes brindaron información sobre las empresas registradas en SUNAT. El contacto directo con las empresas está por iniciarse.	Corto plazo
		Profundizar el análisis de las principales industrias identificadas y los factores que afectan sus emisiones.	Mejora la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
		Obtener datos nacionales sobre capacidad máxima de producción de metano y de factores de corrección de metano.	Mejora la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones.	Largo plazo
		Respecto a los factores de conversión a unidades de masa, es deseable determinar factores nacionales. En tal sentido, las densidades utilizadas deben ser específicas al producto (para el caso de etanol, cerveza, vino), en la medida de lo posible.	Mejora la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
		Para el caso de la información de producción que se presenta en unidades de producto, como es el caso de la cartulina y llantas, se	Mejora la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo

Categoría/ Sub categoría	Descripción de la acción de mejora propuesta	Principio TACCC	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación ⁵⁸
	propone evaluar la posibilidad de obtener factores de que permitan la conversión a unidades de masa.			
	Revisar las tablas de homologación y la asignación de correspondencia de los productos por tipo de industria con las clases descritas de las Directrices del IPCC de 2006; y revisar los productos a los que no se les asignó ninguna correspondencia por falta de información. Para ello, es recomendable profundizar en el conocimiento del alcance de la fuente de información del dato.	Mejora la exactitud de los cálculos	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
	Estimar las emisiones de gases precursores (NMVOC, NOx, SO ₂) utilizando las guías EMEP/EEA 2019, disponibles en https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019 Con las variables de actividad reproducidas, identificando los factores de emisión correspondientes en las guías EMEP/EEA.	Mejora la exhaustividad	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.

Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

10.6. Eliminación de Desechos Sólidos

Las emisiones de GEI procedentes de la Eliminación de Desechos Sólidos son producto de la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos orgánicos en rellenos sanitarios o áreas degradadas por residuos sólidos.

10.6.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar de emisiones de CH₄ es el Nivel 1 (método FOD) de las Directrices del IPCC de 2006.

10.6.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta categoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por entidades públicas con competencia en el sector. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados.

Tabla 134. Datos de actividad considerados en la metodología de cálculo 4A – Nivel 1

Clasificación	Fuente de emisión	Definición IPCC DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4	Desechos						
4A	Eliminación de desechos sólidos	El tratamiento y la eliminación de los desechos sólidos municipales, industriales y otros producen cantidades significativas de metano (CH ₄). Además del CH ₄ , los sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS) producen también dióxido de carbono biogénico (CO ₂) y compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), así como cantidades más pequeñas de óxido nitroso (N ₂ O), óxidos de nitrógeno (NO _x) y	Generación de residuos sólidos totales	Proyección de Población total, urbana y rural	Personas	Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (1) INEI 2001, Perú: Estimaciones y proyecciones de población - Urbana y Rural 1950 - 2050 (2) INEI - Series Nacionales. Recuperado de: http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/ (3) INEI - 2001). Perú: Estimaciones y proyecciones de población Urbana y Rural 1950 - 2050.or sexo y edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial N°19. Recuperado de: http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm	Permite conocer la cantidad de residuos sólidos generados a nivel nacional.
				Distribución de cantidad de residuos sólidos municipales y no municipales de acuerdo a su gestión	-	MINAM, 2020 - GPC 2010 - 2016 DGRS MINAM MINAM, 2020 - Disposición final 2014 al 2017.xls MINAM, 2020 - Segregación 2014 - 2018.xls MINAM, 2020 - Categoría 4C incineración a cielo abierto. Hojas de cálculo InfoProc RRSS Incinerados 2010 - 2016	Permite conocer que se está abordando el 100% de residuos sólidos en las diferentes gestiones.
				Generación per cápita anual	kg/hab/año	MINAM, 2020 - GPC 2010 - 2016 DGRS MINAM	Determina la cantidad anual de RSU generados junto con la población urbana determinada para el año RAGEI.

Clasificación	Fuente de emisión	Definición IPCC DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4	Desechos						
		monóxido de carbono (CO)		Composición de desechos	% según tipo de residuo	NAMA Residuos Sólidos, 2014 - NAMA RS GHG_BAU_Peru_final_GWP_25.xls Ministerio del Ambiente - Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos - Resumen composición 2010 - 2016.xls	Determina la cantidad de carbono presente en cada tipo de residuos.
				Reducción de emisiones de GEI en rellenos sanitarios del Perú	GgCO ₂ eq	PETRAMAS (2018), Monitoring Report of Huaycoloro landfill gas capture and combustion (Version 06.0), p.39 recuperado de https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1160995060.18/view PETRAMAS (2018), Monitoring Report of Modelo del Callao Landfill Gas Capture and Flaring System, (Version 06.0), p.30 recuperado de https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/AENOR1324997610.63/view	Las emisiones reducidas se restan del total calculado.

Fuente: DGRS-MINAM, 2020

10.6.3. Factores de emisión y conversión

Para el cálculo de las emisiones de esta categoría se han utilizado los valores por defecto del IPCC que se listan en la siguiente tabla:

Tabla 135. Factores de emisión y conversión

Factores	Calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
Factor de Corrección de Metano	varios	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 3, página 3.15
Fracción de Carbono Orgánico Degradable (COD)	varios	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 3, página 3.14
Fracción del Carbono Orgánico Degradable que se descompone (CODf)	0.5	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 3, página 3.14
Fracción de CH ₄ en el gas de vertedero	0.5	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 3, página 3.16
Factor de oxidación (OX)	0	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 3, página 3.17

Fuente: DGRS-MINAM, 2020

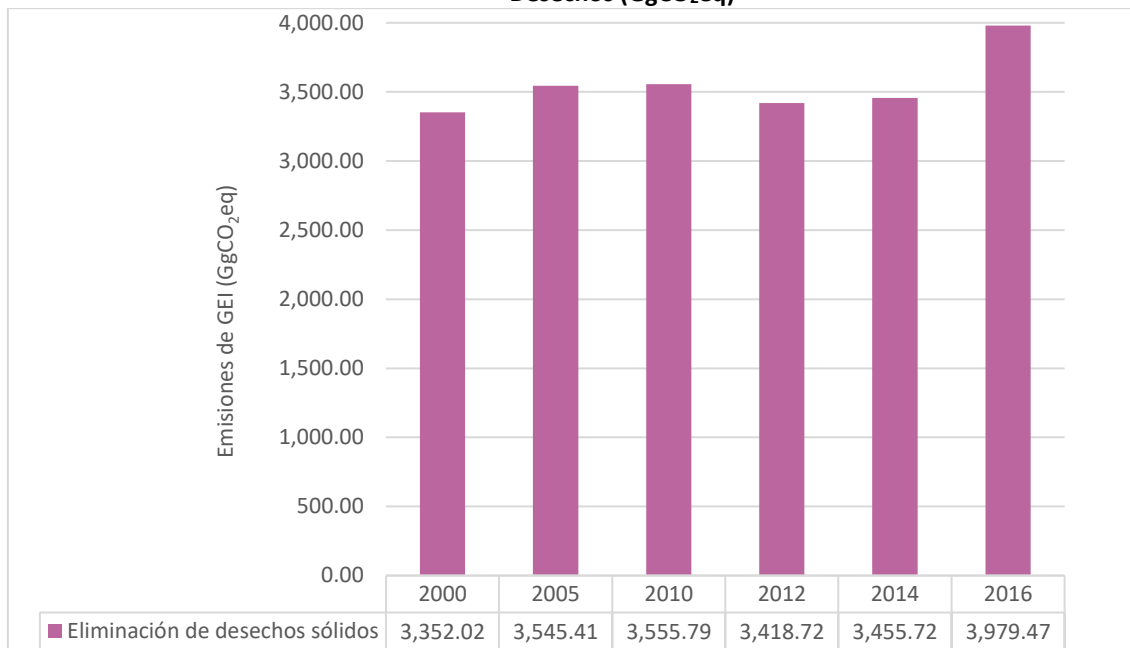
Todos estos valores por defecto dados por las Directrices del IPCC de 2006 han sido aplicados en el “Modelo de desechos del IPCC” y se mantuvieron constantes para la serie temporal.

10.6.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CH₄ generadas por la eliminación de desechos sólidos fueron de 189.50 GgCH₄ que equivalen a 3,979.47 GgCO₂eq, que representa el 61.82% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 15.16% respecto al año 2014 y en un 18.72% respecto al año 2000. El comportamiento de las emisiones sigue la misma tendencia que el crecimiento de generación de residuos sólidos, la misma que está directamente relacionada con el crecimiento de la población a nivel nacional.

Figura 105. Evolución de emisiones de GEI por la eliminación de desechos sólidos, sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGRS-MINAM, 2020

10.7. Incineración Abierta de Desechos

Las emisiones de GEI procedentes de la Incineración abierta de desechos, para este caso son producto de la quema a cielo abierto de desechos sólidos.

10.7.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ es del nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

10.7.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por entidades públicas. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados:

Tabla 136. Datos de actividad considerados en la metodología de cálculo 4C2 – Nivel 1

Clasificación	Fuente de emisión	Definición IPCC DIRECTRICES DEL IPCC DE 2006	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	
4		Desechos					
	4C	Incineración e Incineración abierta de desechos					
	4C2	Incineración abierta de desechos	Combustión de materiales combustibles no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, desechos de aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, donde el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna.	Cantidad total de desechos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta	Cantidad de Residuos Sólidos Incinerados a Cielo Abierto 2010, 2012, 2014, 2015 y 2016	Gg/año	Información procesada en base a la GPC rural de fuente MINAM (2020). GPC rural.2010 y 2012.xls, GPCrural 2014.xls, GPC rural 2015.xls, GPC rural 2016.xls
	'Población total, urbana y rural				Habitantes	INEI - Series Nacionales. Recuperado de: http://webapp.inei.gov.pe:8080/sirtod-series/INEI - 2001 . Perú: Estimaciones y proyecciones de población Urbana y Rural 1950 - 2050.or sexo y edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial N°19. Recuperado de: http://proyectos.inei.gov.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm	
	Generación per cápita rural según distrito y región geográfica				kg/hab/día	Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020) GPC RURAL 2010-2016.rar	
	Composición de desechos				% según tipo de residuo		
	Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos				-	Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018). Base integrada gestión 2018.xls	
	Fracción de la población que quema desechos	-	Valor calculado en base a la Base de datos proporcionada por MINAM. (MINAM, 2020) GPC rural 2010 - 2016.rar				

Fuente: DGRS-MINAM, 2020

10.7.3. Factores de emisión y conversión

Para el cálculo de las emisiones de esta categoría se han utilizado los valores por defecto del IPCC que se listan en la siguiente tabla.

Tabla 137. Factores de emisión y conversión

Factor de conversión	Calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
Contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de desechos, cuadro 2.4, página 2.15
Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), (fracción)	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de desechos, cuadro 2.4, página 2.15
Fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de desechos, cuadro 2.4, página 2.15
Factor de oxidación, (fracción)	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 5: Incineración e incineración abierta de desechos, cuadro 5.2, página 5.20
Factor de emisión de CH ₄ agregado, kg. de CH ₄ /Gg de desechos	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 5: Incineración e incineración abierta de desechos. Factores de emisión de CH ₄ , página 5.22
Factor de emisión de N ₂ O (kg. de N ₂ O/Gg de desechos)	D	Directrices del IPCC de 2006, capítulo 5: Incineración e incineración abierta de desechos, cuadro 5.6, página 5.24

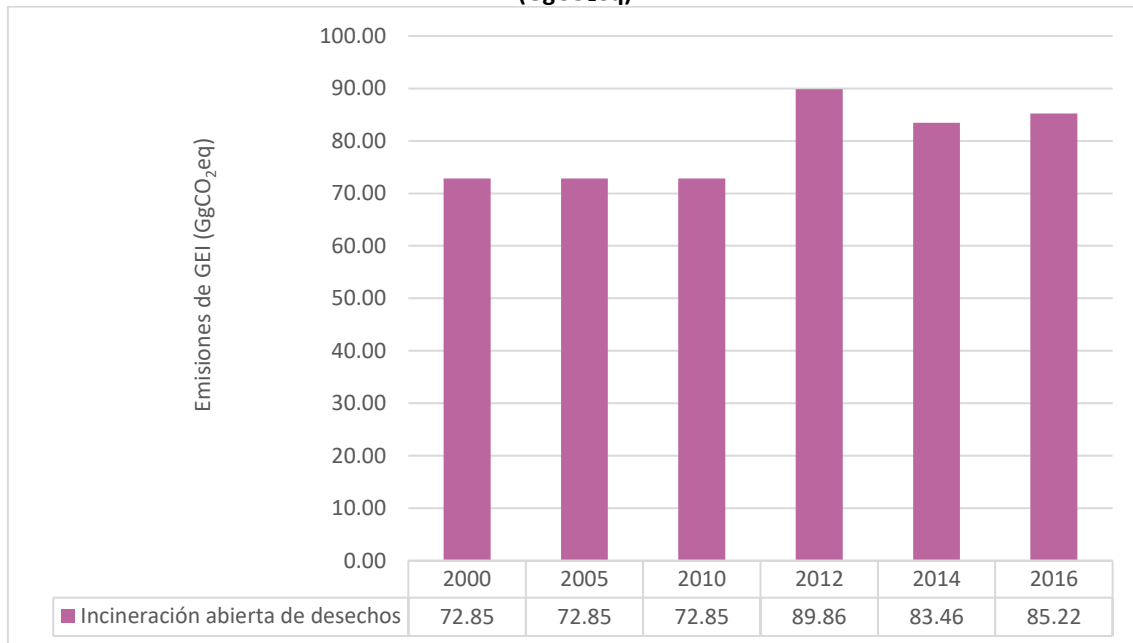
Fuente: DGRS-MINAM, 2020

10.7.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por la incineración abierta de desechos fueron 61.67 GgCO₂, 0.87 GgCH₄ y 0.02 GgN₂O que equivale a 85.22 GgCO₂eq, representando el 1.32% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 se incrementaron en un 2.11% respecto al año 2014 y en un 16.99% respecto al año 2000.

Figura 106. Evolución de emisiones de GEI por la incineración abierta de desechos, sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGRS-MINAM, 2020

El comportamiento de las emisiones resultantes es plano, sin embargo, para el periodo 2010 al 2012, esta tendencia varía, debido principalmente a lo siguiente:

- Del año 2000 al 2007 no existen registros relacionados a la gestión de residuos sólidos en el país. Por este motivo, las cantidades de desechos incinerados a cielo abierto se mantuvieron constantes para dicho periodo.
- El SIGERSOL comenzó a recopilar información a partir del año 2008, sin embargo, un porcentaje muy bajo de municipios reportaron información en dicha plataforma. A partir del 2014, los registros del SIGERSOL se incrementaron, llegando a un promedio de 750 reportes anuales. Asimismo, el MINAM definió la metodología para la estimación del GPC y composición de residuos sólidos.

10.8. Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales

10.8.1. Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas

Las emisiones de GEI consideran las emisiones de CH₄ generadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas en condiciones anaeróbicas y las emisiones indirectas de N₂O generadas por la degradación de los componentes nitrogenados en las aguas residuales: urea, nitrato y proteínas.

10.8.1.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de GEI de esta subcategoría es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

10.8.1.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por entidades públicas. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados:

Tabla 138. Datos nacionales utilizados en la estimación de emisiones de metano del año 2016, para el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Clasificación	Fuente de emisión	Definición IPCC	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de Información	Uso de la información	
4		Desechos						
	4D	Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales						
		4D1	Tratamiento y Eliminación de Aguas residuales domésticas					
4D1a	Emisiones de metano	Emisiones de CH ₄ generadas por el tratamiento y eliminación de agua residual doméstica en condiciones anaeróbicas	Población humana	Población total, urbana y rural	personas	INEI 2001 - Perú: Estimaciones y proyecciones de población - Urbana y Rural 1950 - 2050. Recuperado de: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0466/Libro.pdf INEI - Series Nacionales. Recuperado de: http://webapp.inei.gov.pe:8080/sirtod-series/ INEI - 2001. Perú: Estimaciones y proyecciones de población Urbana y Rural 1950 - 2050.or sexo y edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial N°19. Recuperado de: http://proyectos.inei.gov.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm	Base para la estimación del total recolectado de aguas residuales tratadas.	
				Población con alcantarillado	personas	SUNASS (2018). Gerencia de Supervisión y Fiscalización. Oficio Nro. 1011 - 2018/SUNASS-120. Información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero 2016. Población con alcantarillado para los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 SUNASS 2015, 2017 y 2018. Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras. Población con alcantarillado para los años 2015, 2017 y 2018.		
				Población con cobertura de disposición sanitaria de excretas	personas	INEI (2018). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín: Perú Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 48. Recuperado de: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf INEI (2019). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 46 Recuperado de:		

					http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_saneamiento2019.pdf INEI (2020). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín: Perú Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 47. Recuperado de: http://m.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf	
		DBO por persona	DBO ₅	g/hab.día	MVCS (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo Nro. 011-2006-Vivienda. Norma OS.090, Plantas de tratamiento de Aguas Residuales, capítulo. 4.3, artículo 4.3.6.	
		Fracción del grupo de ingresos de la población (U)	NE	-	-	-
		Grado de utilización del sistema de tratamiento y/o eliminación (Ti,j)	Aguas residuales domésticas tratadas y eliminadas por tipo de tratamiento	-	MVCS (2020). Porcentaje de viviendas por tipo de eliminación sanitaria de excretas en el ámbito rural 2018 - 2020, Recuperado del archivo "Sistemas de eliminación de excretas - Vivienda 2018 - 2020. xls"	Uso para estimación del FCM por tecnología de tratamiento asociada a las presentadas por las Directrices del IPCC de 2006
				-	(SUNASS (2020). Tipos de tratamiento de aguas residuales domésticas urbanas del 2000 al 2008. Recuperado del archivo "Info SUNASS 742020.xls"	
				-	SUNASS (2020) Juicio de experto de Eco. Gretelina Castañeda. Especialista de la Gerencia de Supervisión y Fiscalización de SUNASS gcastaneda@sunass.gob.pe, sobre la distribución del porcentaje de aguas residuales domésticas tratadas por tipos de tratamiento del año 2000 al 2018. Recuperado del archivo "ARD tratadas por tipo de Tec PTAR 2020.xls"	
				m ³	SUNASS (2018). Gerencia de Supervisión y Fiscalización. Oficio Nro. 1011 - 2018/SUNASS-120. Información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero 2016. Volumen recolectado de ARD y volumen tratado de ARD para los años 2000 y 2005	
				m ³	SUNASS (2020). Gerencia de Supervisión y Fiscalización de SUNASS. Volumen recolectado de ARD y volumen tratado de	

4D1 b						ARD para los años 2010 - 2018. Archivo Excel INFO SUNASS 742020.xls	
		Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en alcantarillas (I)	Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en alcantarillas (I)	-	-	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.3, página 6.14	Usado para estimar el contenido orgánico degradable en el agua - DBO
		Sistema de tratamiento de los lodos empleados para las aguas residuales domésticas	NE	-	-		-
		Fracción de los lodos tratados por el sistema de tratamiento (%)	NE	-	-		-
		Metano Recuperado y/o quemado en antorcha (kg de CH ₄)	NO	-	-		-
	Emisiones de óxido nitroso	Las emisiones indirectas de óxido nitroso generado por la degradación de los componentes nitrogenados en las aguas residuales: urea, nitrato y proteínas	Población (cifra)	Población total	personas	INEI - 2001. Perú: Estimaciones y proyecciones de población Urbana y Rural 1950 – 2050 por sexo y edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial N°19. Recuperado de: http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm INEI - Series Nacionales. Recuperado de: http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/	Base para la estimación del total de nitrógeno en la proteína de las aguas residuales
			Consumo medio anual per cápita de proteína en kg/persona/año	Consumo total de proteínas 1990-2007	kg/persona/año	FAO (2011). Perfil de País: Indicadores de Seguridad Alimentaria. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/country_profiles/esp/Peru_S.pdf	

Fuente: DGAA-MVCS, 2020
 NE: No estimado
 NO: No ocurre

10.8.1.3. Factores de emisión y conversión

Para el cálculo de las emisiones de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto del IPCC que se listan en la siguiente tabla:

Tabla 139. Factores de emisión y conversión

Clasificación	Fuente de emisión	Factor	Valor	Unidad	Fuente de información
4D1a	Emisiones de metano	Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en alcantarillas	1	Adimensional	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.3, página 6.14
		Factor de Corrección de Metano por sistema de tratamiento y eliminación	Varios	Adimensional	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.3, página 6.13
		Capacidad máxima de producción de metano para las aguas residuales (kg CH ₄ /kg DBO)	0.6	kg CH ₄ /kg DBO	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.3, página 6.12
4D1b	Emisiones de óxido nitroso	Fracción de nitrógeno en la proteína (kg N/kg proteína)	0.16	Kg N/Kg proteína	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.8, página 6.25
		Fracción de proteína no consumida FNON-CON (kgN/kgProteína)	1.1	kg N/kg proteína	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.8, página 6.25
		Nitrógeno eliminado en lodos N _{LODO} (KgN/año)	0	Kg N/año	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.8, página 6.25
		Factor de emisión del N ₂ O E _{EFLENTE} (kg N ₂ O-N/kg N)	0.005	kg N ₂ O-N/kg N	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.11, página 6.37
		Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado (FIND-COM)	1.25	-	Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, ecuación 6.8, página 6.25

Fuente: DGAA-MVCS, 2020

10.8.1.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de CH₄ y N₂O generadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas fueron de 60.24 GgCH₄ y 1.33 Gg N₂O que equivalen a un total de 1,677.75 GgCO₂eq, representando el 26.06% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones de del año 2016 disminuyeron en un 13.52% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 23.42% respecto al año 2000.

El comportamiento de las emisiones sigue una tendencia, que está relacionada al incremento poblacional y al porcentaje de tratamiento de aguas residuales volcadas a la red. Con la entrada en operación de emisores submarinos en Lima, el porcentaje nacional de tratamiento de aguas residuales reportado por la Sunass pasa de 32% en el 2012 a 66% en el 2016.

Figura 107. Evolución de emisiones de GEI por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGAA-MVCS, 2020

10.8.2. Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales

Las emisiones de GEI consideran las emisiones de CH₄ que provienen del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales con significativo contenido de material orgánico y pueden dar origen a emisiones de metano en condiciones anaerobias.

10.8.2.1. Método de cálculo

El método de cálculo aplicado para estimar las emisiones de CH₄ de esta subcategoría es el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

10.8.2.2. Datos de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría han sido obtenidos a partir de datos nacionales brindados por entidades públicas. La siguiente tabla muestra los datos nacionales empleados:

Tabla 140. Datos nacionales utilizados en la estimación de emisiones de metano del año 2016, para el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Clasificación		Fuente de emisión	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4		Desechos					
	4D	Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales					
		4D2 Tratamiento y Eliminación de Aguas residuales industriales Aguas Residuales Industriales	Producción industrial para cada industria, toneladas anuales.	Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria.	Masa (Toneladas, Kilogramos), /Volumen (Litros, Galones, Barriles)	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017). Principales líneas de productos según clase CIU.	El dato nacional es convertido a masa, para luego multiplicarlo por los valores por defecto de generación de efluentes y DQO del IPCC en Directrices del IPCC de 2006 para obtener el TOW.
			Producción industrial para cada industria, toneladas anuales	Producción industrial según tipo de industria del Subsector Pesca y Acuicultura	Masa (Toneladas)	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE (2017). Procesamiento de recursos hidrobiológicos marítimos y continentales por utilización.	El dato nacional es convertido a masa dependiendo de la unidad en que se encuentre disponible, para luego multiplicarlo por los valores por defecto de generación de efluentes y DQO del IPCC en las Directrices del IPCC de 2006 para obtener el TOW.
			Tipos de tratamiento	Tipo de tratamiento de las aguas residuales industriales previos a su vertimiento al cuerpo de agua natural	-	Informes técnicos sobre autorización de vertimientos otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Para estimar el contenido orgánico degradable en el agua

Fuente: DGAA-MVCS, 2020

10.8.2.3. Factores de emisión y conversión

Para el cálculo de las emisiones de esta subcategoría se han utilizado los valores por defecto del IPCC que se listan en la siguiente tabla:

Tabla 141. Factores de emisión y de conversión

Factor de emisión	Valor	Unidad	Calculado (C) / Por Defecto (D)	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de corrección de metano - FCM	varios	fracción	D	Cuando no se dispone de datos específicos del país, se puede utilizar este valor por defecto, sobre la base de un cálculo teórico, las Directrices del IPCC. Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.8, página 6.23
Capacidad máxima de producción de metano - Bo	0.25	kg CH ₄ /kg CD	D	Cuando no se dispone de datos específicos del país, se puede utilizar este valor por defecto, sobre la base de un cálculo teórico, las Directrices del IPCC. Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.8, página 6.23, valor por defecto Bo=0.25 kg CH ₄ /kgCOD
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	varios	Kg DQO/m ³ agua residual	D	Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.9, página 6.25
Agua residual generada (W)	varios	m ³ /tonelada de producto	D	Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, volumen 5, capítulo 6, tabla 6.9, página 6.25

Fuente: DGAA-MVCS, 2020

Los valores por defecto por tipo de industria para la generación de aguas residuales por masa de la producción y del Componente Orgánico Degradable expresado en DQO se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 142. Factores de emisión y de conversión – Tipo de industria

Tipo de industria	Generación de aguas residuales W (m ³ /tonelada)	Intervalo para W (m ³ /tonelada)	DQO (kg./m ³)	Intervalo de DQO (kg./m ³)
Refinado de alcohol	24	16 – 32	11	5 – 22
Malta y cerveza	6,3	5,0 – 9,0	2,9	2 – 7
Café	ND	ND	9	3 – 15
Productos lácteos	7	3 – 10	2,7	1,5 – 5,2
Procesamiento del pescado	ND	8 – 18	2,5	
Carnes y aves	13	8 – 18	4,1	2 – 7
Sustancias químicas orgánicas	67	0 – 400	3	0,8 – 5
Refinerías de petróleo	0,6	0,3 – 1,2	1,0	0,4 – 1,6
Plásticos y resinas	0,6	0,3 – 1,2	3,7	0,8 – 5
Pulpa y papel (combinados)	162	85 – 240	9	1 – 15
Jabón y detergentes	ND	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2

Tipo de industria	Generación de aguas residuales W (m ³ /tonelada)	Intervalo para W (m ³ /tonelada)	DQO (kg./m ³)	Intervalo de DQO (kg./m ³)
Producción de almidón	9	4 – 18	10	1,5 – 42
Refinación del azúcar	ND	4 – 18	3,2	1 – 6
Aceites vegetales	3,1	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
Verduras, frutas y zumos	20	7 – 35	5,0	2 – 10
Vino y vinagre	23	11 – 46	1,5	0,7 – 3,0

Notas: ND = No Disponible
Fuente: Doorn *et al.* (1997)

Fuente: DGAA-MVCS, 2020

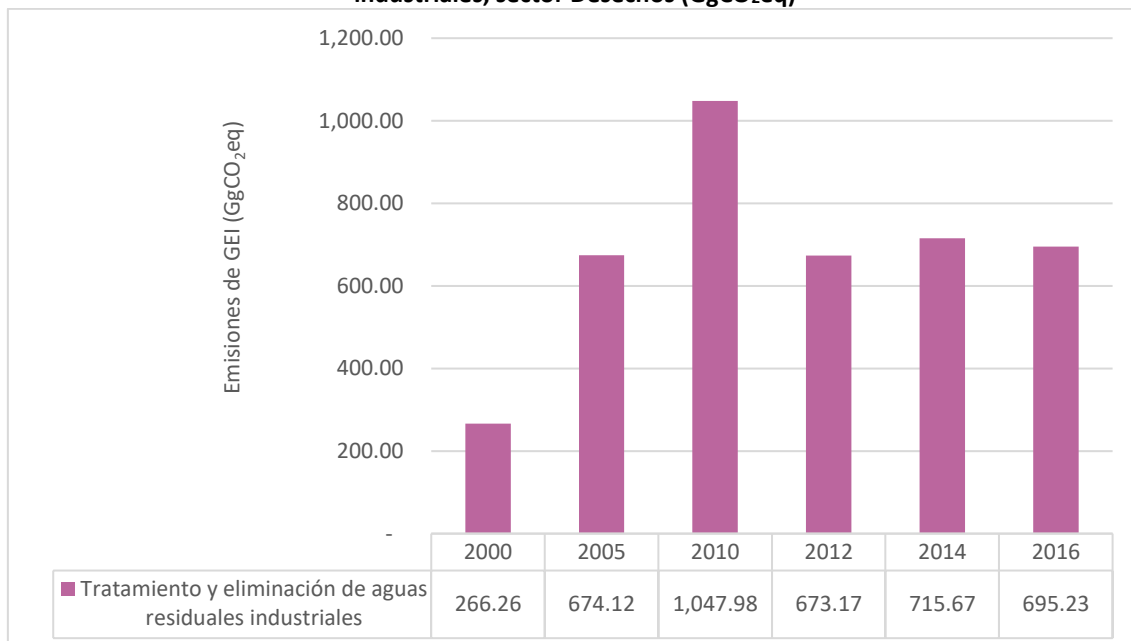
10.8.2.4. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de GEI generadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales fueron de 33.11 GgCH₄ que equivalen a 695.23 GgCO₂eq, representando el 10.80% de las emisiones del sector.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 2.86% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 161.11% respecto al año 2000.

El comportamiento de las emisiones tiene una tendencia creciente, que está relacionada al incremento de las industrias y a la cantidad de aguas residuales industriales generadas con el tiempo.

Figura 108. Evolución de emisiones de GEI por el tratamiento y la eliminación de aguas residuales industriales, sector Desechos (GgCO₂eq)



Fuente: DGAA-MVCS, 2020

11. ELEMENTOS RECORDATORIOS

En el sector Energía se estiman las emisiones de GEI de los bunkers internacionales procedentes de la aviación internacional (1A3ai), y la navegación internacional (1A3di), las cuales no se contabilizan en el total del INGEI, sino que se reportan como elementos recordatorios.

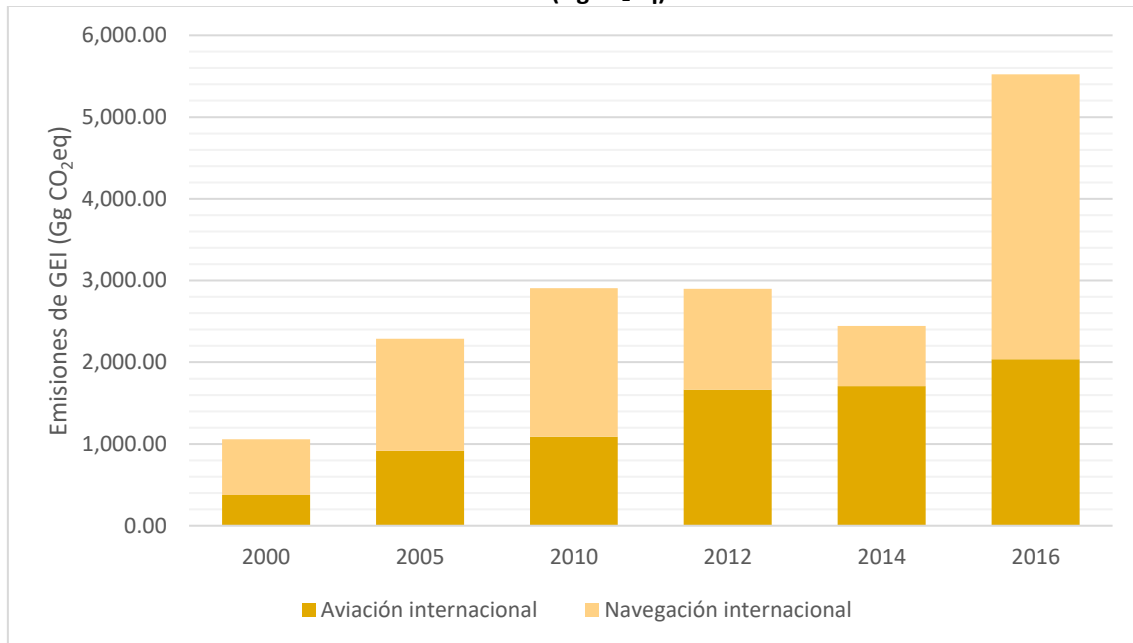
En promedio las emisiones de la navegación internacional son mayores que la aviación internacional, tal como se aprecia en la siguiente tabla y figura:

Tabla 143. Emisiones de GEI (GgCO₂eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 2000 -2016

Fuente de emisión	2000	2005	2010	2012	2014	2016
Aviación internacional	375.00	915.91	1,089.94	1,665.35	1,706.21	2,037.75
Navegación internacional	684.38	1,370.59	1,817.90	1,233.82	739.85	3,486.74

Fuente: DGAAM-MTC, 2020

Figura 109. Emisiones de GEI de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 2000 -2016 (GgCO₂eq)



Fuente: DGAAM-MTC, 2020

12. EMISIONES INFORMATIVAS

En el sector Energía, se estiman las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de la biomasa con fines energéticos, pero se reportan como elemento informativo con el fin de evitar doble contabilidad con el sector ASOUT.

Las emisiones de CH₄ y N₂O si son contabilizadas dentro del sector Energía, dentro de las categorías en las que los respectivos sectores o actividades realizan consumos energéticos de biocombustibles o biomasa.

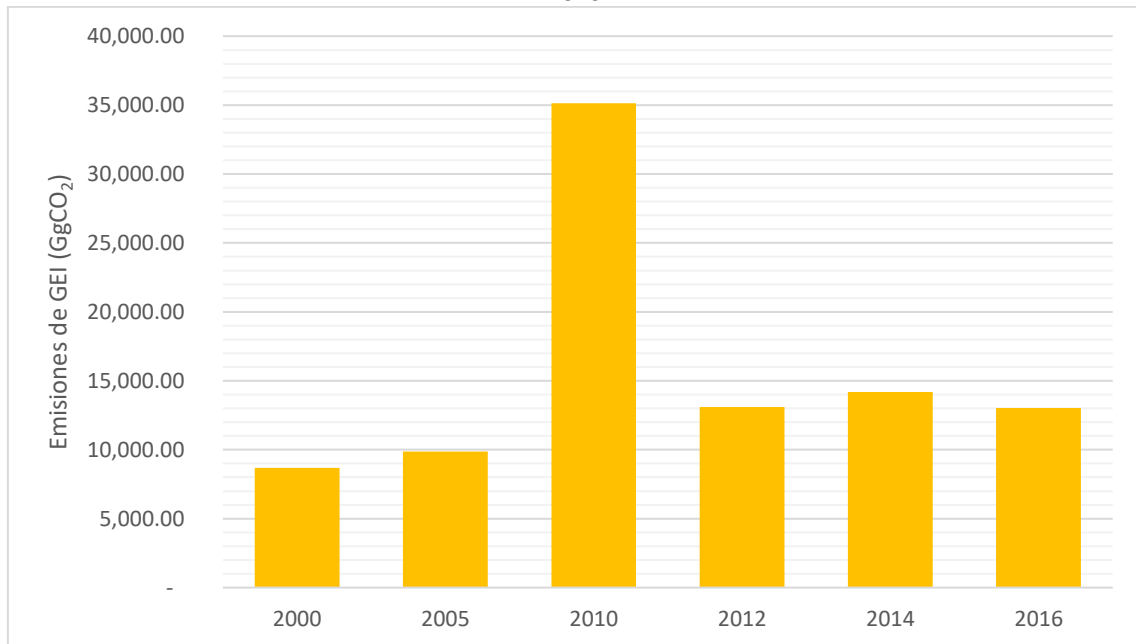
En el 2016, las emisiones de CO₂ de la biomasa quemada con fines energéticos fueron de 13,037.63 GgCO₂, disminuyendo en un 8.11% respecto el año 2014 e incrementándose en un 50.22% respecto el año 2000, tal como se aprecia en la siguiente tabla y figura.

Tabla 144. Emisiones de GEI (GgCO₂) por la combustión de biomasa con fines energéticos, serie 2000 - 2016

Combustible	2000	2005	2010	2012	2014	2016
Biomasa	8,679.25	9,870.76	35,138.32	13,095.81	14,188.09	13,037.63

Fuente: DGAAM-MTC, 2020; DGEE-MINEM, 2020

Figura 110. Emisiones de GEI (GgCO₂) por la combustión de biomasa con fines energéticos, serie 2000 - 2016



Fuente: DGAAM-MTC, 2020; DGEE-MINEM, 2020

13. BIBLIOGRAFÍA

- BCRP (2019). Gerencia Central de Estudios Económicos. Recuperado de: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/>
- CCI *Product Use Guideversion 2.0 Land Cover* (2015). Recuperado de: http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf
- FAO (2002). Los Fertilizantes y su Uso. Una Guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
- FAO (2011). Perfil de País: Indicadores de Seguridad Alimentaria. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/country_profiles/esp/Peru_S.pdf
- FAO (2011). Perfil de País: Indicadores de Seguridad Alimentaria. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/country_profiles/esp/Peru_S.pdf
- FAO (2016). Superficies de concesiones para aprovechamiento forestal maderable con certificación de Manejo Forestal, año 2016. Lima-Perú. Recuperado de <https://pe.fsc.org/es-pe/nuestro-impacto/datos-y-cifras>
- INEI (2001). Perú: Estimaciones y proyecciones de población Urbana y Rural 1950 – 2050 por sexo y edades Quinquenales, Según Departamento, 2000 - 2015 - Boletín Especial N°19. Recuperado de: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0844/index.htm>
- INEI (2013). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima-Perú. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#>
- INEI (2016). Anuario de Estadísticas Ambientales 2016. Temperatura promedio 1995 – 2016. Lima-Perú. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/
- INEI (2018). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín: Perú Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 48. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf
- INEI (2019). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 46. Recuperado de: http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_saneamiento2019.pdf
- INEI (2020). Series Nacionales. Recuperado de: <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>

- INEI (s.f.). Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado de: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>
- INEI (s/f). Estadísticas de Población y Vivienda. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/#url>
- INEI (s/f). Estadísticas de Población y Vivienda. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/medio-ambiente/>
- INEI (2020). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. Boletín: Perú Formas de acceso al agua y saneamiento básico. Pag 47. Recuperado de: http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf
- IPCC (1995). Segundo Reporte de Evaluación IPCC (AR2 por sus siglas en inglés). Potencial de calentamiento global (PCG) de metano y óxido nitroso. Tabla 4, página 22. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_1_full_report.pdf
- IPCC (1996). Climate Change 1995, The Science of Climate Change - Contribution of WGI to the Second Assessment Report. Cambridge. Recuperad de *The Intergovernmental Panel on Climate Change*: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japón: IGES. Recuperado de *The Intergovernmental Panel on Climate Change*: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Switzerland. Recuperado de: *The Intergovernmental Panel on Climate Change* <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2016). Boletín de Insumos y Servicios Agrícolas. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima-Perú.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2017). Anuario de Producción Pecuaria y Avícola 2016. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima-Perú. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Ganadero Perú, 2017 – 2027 País Ganadero. Lima-Perú. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/boletin-estadistico-de-medios-de-produccion-agropecuarios>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). Dictamen de expertos 2020. Informe de consultoría. Consultor nacional en ASOUT bajo la Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT).
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Dirección de Estadística Agraria (2020). Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Lima. Recuperado de: <http://frenteweb.MIDAGRI.gob.pe/sisca/>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Dirección de Estadística Agraria (2020). Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA).. Lima Recuperado de: <http://sitiodea.com/siscipa/index.html>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Agricultura del año 2016. Categorías: Ganado y Fuentes de agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. (2016). Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. (2020). Superficie instalada de cultivos perennes por departamento en el año 2016. Enviado mediante E-mail N.º 21-2020-MINAGRI-DGESEP/DEA-AD de fecha 01 de octubre de 2020.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2019). Informe del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú. Panel 1. Recuperado de: <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2020/03/INFORME-DEL-INFFS-PANEL-1.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2018). Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2016. Recuperado de <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Anuario-2016.pdf>

Ministerio de la Producción (2013). Anuario Estadístico Industrial, MIPYME y Comercio Interno 2012. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial. Recuperado de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-2012.pdf>

Ministerio de la Producción (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima: Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero del Viceministerio de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>

Ministerio de la Producción (2016). Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de MYPE e Industria. Recuperado de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf>

Ministerio de la Producción (2017). Anuario Estadístico Industrial, MIPYME y Comercio Interno 2016. Lima Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos del Ministerio de la Producción.

- Ministerio de la Producción (2017). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016. Lima: Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos del Ministerio de la Producción.
- Ministerio de la Producción (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Procesos Industriales y Uso de Productos del año 2016. Categorías: Industria de los Minerales, Industria Química e Industria de los Metales. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
- Ministerio de la Producción (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos del año 2016. Subcategoría: Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía del año 2016. Categoría: Combustión Móvil. Lima: Dirección General de Asuntos Socio Ambientales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones, Decreto Supremo Nro. 011-2006-Vivienda. Norma OS.090, Plantas de tratamiento de Aguas Residuales. Cap. 4.3. Art. 4.3.6.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Oficina de Estadística e Informática del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Porcentaje de viviendas por tipo de eliminación sanitaria de excretas en el ámbito rural 2018 - 2020, Recuperado del archivo "Sistemas de eliminación de excretas - Vivienda 2018 - 2020. xls"
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos del año 2016. Subcategoría: Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales.
- Ministerio del Ambiente. (2014). Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM. Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO).
- Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. (2017). Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosque. Recuperado de: <http://geobosques.minam.gob.pe:81/geobosque/view/>
- Ministerio del Ambiente (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos del año 2016. Categoría: Eliminación de Desechos Sólidos e Incineración e incineración abierta de Desechos. Lima: Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos.
- Ministerio del Ambiente, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2020). Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura del año 2016. Categoría: Tierras. Lima: Grupo Técnico de Apoyo para la elaboración del RAGEI de UTCUTS (GTA).

National Academy Press (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition.

Recuperado de:
<https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>

SUNASS (2015). Directorio de Empresas 2015 de la SUNAT (Registro Único de Contribuyentes). Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

SUNASS (2018). Gerencia de Supervisión y Fiscalización. Oficio Nro. 1011 - 2018/SUNASS-120. Información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero 2016. Población con alcantarillado para los años 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016

SUNASS (2018). Gerencia de Supervisión y Fiscalización. Oficio Nro. 1011 - 2018/SUNASS-120. Información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero 2016. Volumen recolectado de ARD y volumen tratado de ARD para los años 2000 y 2005

SUNASS (2020). Gerencia de Supervisión y Fiscalización de SUNASS. Volumen recolectado de ARD y volumen tratado de ARD para los años 2010 - 2018. Archivo Excel INFO SUNASS 742020.xls

SUNASS (2015, 2017 y 2018). Benchmarkinh Regulatorio de las Empresas Prestadoras. Población con alcantarillado para los años 2015, 2017 y 2018.

14. ANEXOS

A continuación, se presentan los siguientes anexos:

- ANEXO I: Tablas de reporte sectorial del IPCC
 - Anexo 1. 1 Evolución de las emisiones por tipo de gas
 - Anexo 1. 2 Tablas de reporte para el sector Energía
 - Anexo 1. 3 Tablas de reporte para el sector PIUP
 - Anexo 1. 4. Tablas de reporte para el sector ASOUT
 - Anexo 1. 5. Tablas de reporte para el sector Desechos
- ANEXO II. Resultados detallados del análisis de incertidumbre
- ANEXO III. Procedimientos de Control de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas
- ANEXO IV.a. Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – US EPA
- ANEXO IV.b. Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – Revisores de inventarios de la CMNUCC
- ANEXO V: Procedimientos de Control de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil
- ANEXO VI.a: Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil – US EPA
- ANEXO VI.b: Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil – Revisores de inventarios de la CMNUCC
- ANEXO VII: Procedimientos de Control de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos
- ANEXO VIII. a: Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos – US EPA
- ANEXO VIII.b: Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos – Revisores de inventarios de la CMNUCC
- ANEXO IX: Procedimientos de Control de Calidad – Sector Agricultura
- ANEXO X.a. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC
- ANEXO X.b. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC
- ANEXO XI. Procedimientos de Control de Calidad – Sector UTCUTS
- ANEXO XII.a. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC
- ANEXO XII.b. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS – Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC
- ANEXO XIII: Procedimientos de Control de Calidad – Sector Desechos
- ANEXO XIV: Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Desechos, Revisores de inventarios de la CMNUCC

ANEXO I: Tablas de reporte sectorial del IPCC

Anexo 1. 1 Evolución de las emisiones por tipo de gas

Cuadro 6A. Tendencias del CO₂ (Gg)

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
Total de emisiones y remociones nacionales							
1	ENERGÍA	26,036.81	27,914.39	39,638.49	39,843.49	45,111.25	50,039.16
1A	Actividades de quema de combustible	25,376.38	27,354.26	38,800.07	39,193.49	44,307.93	49,669.45
1A1	Industrias de la energía	3,912.10	5,185.48	13,076.28	13,479.72	13,910.04	15,904.70
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	7,270.21	8,981.49	7,726.57	6,033.22	9,320.75	8,386.47
1A3	Transporte	9,257.91	9,702.45	14,360.34	15,985.42	17,026.92	20,557.46
1A4	Otros sectores	4,936.16	3,484.83	3,636.88	3,695.14	4,050.23	4,820.82
1A5	No especificado						
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	660.43	560.13	838.42	650.00	803.32	369.71
1B1	Combustibles sólidos		-	-	-	-	-
1B2	Petróleo y gas natural	660.43	560.13	838.42	650.00	803.32	369.71
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía						
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono						
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	2,428.94	3,138.89	4,292.06	4,882.76	5,848.97	5,690.95
2A	Industria de los minerales	1,891.63	2,597.51	3,723.71	4,174.36	5,117.19	5,054.11
2A1	Producción de cemento	1,777.66	2,375.59	3,339.80	3,731.34	4,590.80	4,223.75
2A2	Producción de cal	24.43	147.44	270.44	319.64	392.26	702.85
2A3	Producción de vidrio	34.39	34.78	34.45	34.81	33.32	35.24
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos	27.57	39.70	79.01	88.57	100.82	92.28
2A5	Otros (sírvase especificar)	27.57					
2B	Industria química	0.03	0.05	0.09	0.11	0.11	0.06
2B1	Producción de amoníaco						
2B2	Producción de ácido nítrico						
2B3	Producción de ácido adípico						
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico						
2B5	Producción de carburo						
2B6	Producción de dióxido de titanio						
2B7	Producción de ceniza de sosa	0.03	0.05	0.09	0.11	0.11	0.06
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo						
2B9	Producción fluoroquímica						
2B10	Otros (sírvase especificar)						
2C	Industria de los metales	537.29	541.34	568.26	708.28	731.67	636.78
2C1	Producción de hierro y acero	253.83	196.46	184.51	150.71	152.97	99.56
2C2	Producción de ferroaleaciones						
2C3	Producción de aluminio						
2C4	Producción de magnesio						
2C5	Producción de plomo	62.44	63.48				
2C6	Producción de zinc	221.02	281.40	383.75	557.58	578.70	537.22
2C7	Otros (sírvase especificar)						
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente						
2D1	Uso de lubricante						
2D2	Uso de la cera de parafina						
2D3	Uso de solvente						
2D4	Otros (sírvase especificar)						
2E	Industria electrónica						
2E1	Circuito integrado o semiconductor						
2E2	Pantalla plana tipo TFT						
2E3	Productos fotovoltaicos						
2E4	Fluido de transporte y transferencia térmica						
2E5	Otros (sírvase especificar)						
2F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono						
2F1	Refrigeración y aire acondicionado						
2F2	Agentes espumantes						
2F3	Productos contra incendios						

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
2F4	Aerosoles						
2F5	Solventes						
2F6	Otras aplicaciones						
2G	Manufactura y utilización de otros productos						
2G1	Equipos eléctricos						
2G2	SF ₆ y PFC del uso de otros productos						
2G3	N ₂ O del uso de productos						
2G4	Otros (sírvase especificar)						
2H	Otros (sírvase especificar)						
2H1	Industria de la pulpa y del papel						
2H2	Industria de la alimentación y la bebida						
2H3	Otros (sírvase especificar)						
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	160,474.88	87,480.90	87,183.52	93,879.83	105,900.08	112,949.47
3A	Ganado						
3A1	Fermentación entérica						
3A2	Gestión de estiércol						
3B	Tierras	160,218.12	87,299.14	86,943.68	93,585.96	105,649.34	112,686.93
3B1	Tierras forestales	29,462.40	29,078.92	17,157.66	13,697.41	11,178.46	10,837.10
3B2	Tierras de cultivo	37,355.75	19,130.84	18,897.84	37,701.12	54,301.89	51,737.24
3B3	Pastizales	91,616.23	37,516.25	48,177.92	38,161.24	33,511.05	43,680.53
3B4	Humedales						
3B5	Asentamientos	1,032.79	548.39	2,161.59	3,650.59	5,163.79	5,038.23
3B6	Otras tierras	750.94	1,024.73	548.67	375.59	1,494.15	1,393.83
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	256.77	181.77	239.83	293.87	250.73	262.54
3C1	Quemado de biomasa						
3C2	Encalado						
3C3	Aplicación de urea	256.77	181.77	239.83	293.87	250.73	262.54
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados						
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados						
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol						
3C7	Cultivo del arroz						
3C8	Otros (sírvase especificar)						
3D	Otros						
3D1	Productos de madera recolectada						
3D2	Otros (sírvase especificar)						
4	DESECHOS	49.49	49.49	49.49	63.41	59.29	251.17
4A	Eliminación de desechos sólidos						189.50
4A1	Sitios de eliminación de desechos gestionados						
4A2	Sitios de eliminación de desechos no gestionados						
4A3	Sitios de eliminación de desechos no categorizados						
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos						
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	49.49	49.49	49.49	63.41	59.29	61.67
4C1	Incineración de desechos						
4C2	Incineración abierta de desechos	49.49	49.49	49.49	63.41	59.29	61.67
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales						
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas						
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales						
4E	Otros (sírvase especificar)						
5	OTROS						
5A	Emisiones indirectas de N₂O de la deposición atmosférica de nitrógeno en NO_x y NH₃						
5B	Otros (sírvase especificar)						
Elementos recordatorios (5)							
Tanques de combustible internacional							
	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)	371.72	907.90	1,080.41	1,650.80	1,691.30	2,019.94

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)	677.65	1,357.11	1,800.03	1,221.69	733.91	3,452.46
	Operaciones multilaterales						
Elementos informativos							
	CO ₂ de la combustión de biomasa para producción de energía	8,679.25	9,870.76	35,138.32	13,095.81	14,188.09	13,037.63
	Para almacenamiento doméstico						
	Para almacenamiento en otros países						
Almacenamiento de carbono a largo plazo en sitios de eliminación de desechos							
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono almacenado						
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono en desechos de HWP						
Otros							

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6B Tendencias del CH₄ (Gg)

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
Total de emisiones y remociones nacionales							
1	ENERGÍA	253.65	286.95	366.30	346.01	399.38	364.54
1A	Actividades de quema de combustible	27.16	31.12	5.52	34.27	35.10	36.57
1A1	Industrias de la energía	0.24	0.25	0.28	0.64	0.67	0.64
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	0.57	0.43	0.41	0.72	1.21	0.75
1A3	Transporte	2.04	2.01	4.22	5.99	6.60	7.77
1A4	Otros sectores	24.31	28.43	0.61	26.92	26.63	27.41
1A5	No especificado						
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	226.49	255.83	360.78	311.74	364.28	327.97
1B1	Combustibles sólidos	0.22	0.79	1.62	3.03	3.07	3.54
1B2	Petróleo y gas natural	226.26	255.05	359.16	308.71	361.20	324.43
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía						
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono						
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2A	Industria de los minerales						
2A1	Producción de cemento						
2A2	Producción de cal						
2A3	Producción de vidrio						
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos						
2A5	Otros (sírvase especificar)						
2B	Industria química						
2B1	Producción de amoníaco						
2B2	Producción de ácido nítrico						
2B3	Producción de ácido adípico						
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico						
2B5	Producción de carburo						
2B6	Producción de dióxido de titanio						
2B7	Producción de ceniza de sosa						
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo						
2B9	Producción fluoroquímica						
2B10	Otros (sírvase especificar)						
2C	Industria de los metales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2C1	Producción de hierro y acero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2C2	Producción de ferroaleaciones						
2C3	Producción de aluminio						
2C4	Producción de magnesio						
2C5	Producción de plomo						
2C6	Producción de zinc						
2C7	Otros (sírvase especificar)						
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente						
2D1	Uso de lubricante						
2D2	Uso de la cera de parafina						
2D3	Uso de solvente						
2D4	Otros (sírvase especificar)						
2E	Industria electrónica						
2E1	Circuito integrado o semiconductor						
2E2	Pantalla plana tipo TFT						
2E3	Productos fotovoltaicos						
2E4	Fluido de transporte y transferencia térmica						
2E5	Otros (sírvase especificar)						
2F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono						

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
2F1	Refrigeración y aire acondicionado						
2F2	Agentes espumantes						
2F3	Productos contra incendios						
2F4	Aerosoles						
2F5	Solventes						
2F6	Otras aplicaciones						
2G	Manufactura y utilización de otros productos						
2G1	Equipos eléctricos						
2G2	SF ₆ y PFC del uso de otros productos						
2G3	N ₂ O del uso de productos						
2G4	Otros (sírvase especificar)						
2H	Otros (sírvase especificar)						
2H1	Industria de la pulpa y del papel						
2H2	Industria de la alimentación y la bebida						
2H3	Otros (sírvase especificar)						
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	577.92	620.87	649.29	652.33	646.97	648.71
3A	Ganado	505.18	539.62	562.65	564.78	561.03	557.57
3A1	Fermentación entérica	494.10	528.06	550.70	553.02	549.21	545.85
3A2	Gestión del estiércol	11.08	11.56	11.95	11.76	11.82	11.72
3B	Tierras						
3B1	Tierras forestales						
3B2	Tierras de cultivo						
3B3	Pastizales						
3B4	Humedales						
3B5	Asentamientos						
3B6	Otras tierras						
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	72.74	81.25	86.64	87.56	85.94	91.15
3C1	Quemado de biomasa	37.32	37.72	38.79	39.09	39.30	39.48
3C2	Encalado						
3C3	Aplicación de urea						
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados						
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados						
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol						
3C7	Cultivo del arroz	35.42	43.53	47.85	48.46	46.64	51.66
3C8	Otros (sírvase especificar)						
3D	Otros						
3D1	Productos de madera recolectada						
3D2	Otros (sírvase especificar)						
4	DESECHOS	222.39	0.85	282.97	261.46	272.68	283.72
4A	Eliminación de desechos sólidos	159.62		169.32	162.80	164.56	189.50
4A1	Sitios de eliminación de desechos gestionados						
4A2	Sitios de eliminación de desechos no gestionados						
4A3	Sitios de eliminación de desechos no categorizados						
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos						
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	0.85	0.85	0.85	0.96	0.90	0.87
4C1	Incineración de desechos						
4C2	Incineración abierta de desechos	0.85	0.85	0.85	0.96	0.90	0.87
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	61.92		112.80	97.71	107.23	93.35
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	49.24		62.90	65.65	73.15	60.24

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	12.68		49.90	32.06	34.08	33.11
4E	Otros (sírvase especificar)						
5	OTROS						
5A	Emisiones indirectas de N ₂ O de la deposición atmosférica de nitrógeno en NO _x y NH ₃						
5B	Otros (sírvase especificar)						
Elementos recordatorios (5)							
Tanques de combustible internacional							
	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)	0.06	0.12	0.16	0.11	0.07	0.31
	Operaciones multilaterales						
Elementos informativos							
CO ₂ de la combustión de biomasa para producción de energía							
	Para almacenamiento doméstico						
	Para almacenamiento en otros países						
Almacenamiento de carbono a largo plazo en sitios de eliminación de desechos							
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono almacenado						
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono en desechos de HWP						
Otros							

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6C Tendencias del N₂O (Gg)

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
Total de emisiones y absorciones nacionales							
1	ENERGÍA	0.95	1.02	0.74	1.44	1.27	1.41
1A	Actividades de quema de combustible	0.94	1.02	0.74	1.44	1.27	1.41
1A1	Industrias de la energía	0.04	0.03	0.07	0.09	0.09	0.09
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	0.09	0.07	0.07	0.11	0.17	0.11
1A3	Transporte	0.47	0.53	0.56	0.88	0.87	1.06
1A4	Otros sectores	0.34	0.39	0.04	0.37	0.13	0.15
1A5	No especificado						
1B	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
1B1	Combustibles sólidos						
1B2	Petróleo y gas natural	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía						
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono						
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	0.85	0.71	0.58	0.46	0.46	0.42
2A	Industria de los minerales						
2A1	Producción de cemento						
2A2	Producción de cal						
2A3	Producción de vidrio						
2A4	Otros usos de carbonatos en los procesos						
2A5	Otros (sírvase especificar)						
2B	Industria química	0.85	0.71	0.58	0.46	0.46	0.42
2B1	Producción de amoníaco						
2B2	Producción de ácido nítrico	0.85	0.71	0.58	0.46	0.46	0.42
2B3	Producción de ácido adípico						
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico						
2B5	Producción de carburo						
2B6	Producción de dióxido de titanio						
2B7	Producción de ceniza de sosa						
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo						
2B9	Producción fluorquímica						
2B10	Otros (sírvase especificar)						
2C	Industria de los metales						
2C1	Producción de hierro y acero						
2C2	Producción de ferroaleaciones						
2C3	Producción de aluminio						
2C4	Producción de magnesio						
2C5	Producción de plomo						
2C6	Producción de zinc						
2C7	Otros (sírvase especificar)						
2D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente						
2D1	Uso de lubricante						
2D2	Uso de la cera de parafina						
2D3	Uso de solvente						
2D4	Otros (sírvase especificar)						
2E	Industria electrónica						
2E1	Circuito integrado o semiconductor						
2E2	Pantalla plana tipo TFT						
2E3	Productos fotovoltaicos						
2E4	Fluido de transporte y transferencia térmica						
2E5	Otros (sírvase especificar)						
2F	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono						
2F1	Refrigeración y aire acondicionado						
2F2	Agentes espumantes						

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
2F3	Productos contra incendios						
2F4	Aerosoles						
2F5	Solventes						
2F6	Otras aplicaciones						
2G	Manufactura y utilización de otros productos						
2G1	Equipos eléctricos						
2G2	SF6 y PFC del uso de otros productos						
2G3	N2O del uso de productos						
2G4	Otros (sírvase especificar)						
2H	Otros (sírvase especificar)						
2H1	Industria de la pulpa y del papel						
2H2	Industria de la alimentación y la bebida						
2H3	Otros (sírvase especificar)						
3	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	33.64	35.10	37.76	38.89	38.72	38.79
3A	Ganado	0.98	1.10	1.19	1.19	1.23	1.21
3A1	Fermentación entérica						
3A2	Gestión del estiércol	0.98	1.10	1.19	1.19	1.23	1.21
3B	Tierras						
3B1	Tierras forestales						
3B2	Tierras de cultivo						
3B3	Pastizales						
3B4	Humedales						
3B5	Asentamientos						
3B6	Otras tierras						
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO2 en la tierra	32.66	34.00	36.57	37.70	37.49	37.58
3C1	Quemado de biomasa	3.28	3.31	3.38	3.40	3.41	3.43
3C2	Encalado						
3C3	Aplicación de urea						
3C4	Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados	21.38	22.32	24.15	25.04	24.85	24.87
3C5	Emisiones indirectas de N2O de los suelos gestionados	7.54	7.86	8.43	8.63	8.58	8.61
3C6	Emisiones indirectas de N2O resultantes de la gestión del estiércol	0.46	0.51	0.61	0.63	0.65	0.68
3C7	Cultivo del arroz						
3C8	Otros (sírvase especificar)						
3D	Otros						
3D1	Productos de madera recolectada						
3D2	Otros (sírvase especificar)						
4	DESECHOS	1.07	1.19	1.26	1.29	1.32	1.35
4A	Eliminación de desechos sólidos						
4A1	Sitios de eliminación de desechos gestionados						
4A2	Sitios de eliminación de desechos no gestionados						
4A3	Sitios de eliminación de desechos no categorizados						
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos						
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
4C1	Incineración de desechos						
4C2	Incineración abierta de desechos	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	1.05	1.18	1.25	1.27	1.30	1.33
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	1.05	1.18	1.25	1.27	1.30	1.33
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales						
4E	Otros (sírvase especificar)						
5	OTROS						
5A	Emisiones indirectas de N2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en NOx y NH3						
5B	Otros (sírvase especificar)						
Elementos recordatorios (5)							

Categorías		2000	2005	2010	2012	2014	2016
Tanques de combustible internacional							
	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)	0.01	0.03	0.03	0.05	0.05	0.06
	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)	0.02	0.04	0.05	0.03	0.02	0.09
	Operaciones multilaterales						
Elementos informativos							
CO ₂ de la combustión de biomasa para producción de energía							
	Para almacenamiento doméstico						
	Para almacenamiento en otros países						
Almacenamiento de carbono a largo plazo en sitios de eliminación de desechos							
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono almacenado						
	Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de carbono en desechos de HWP						
Otros							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1. 2 Tablas de reporte para el sector Energía

Cuadro 1. Energía por sector

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	COVDM	SO ₂
		(Gg)						
1	ENERGÍA							
1A	Actividades de quema de combustibles							
1A1	Industrias de energía							
1A1a	Producción de electricidad y calor como actividad principal							
1A1ai	Generación de electricidad	11,036.56	0.42	0.06	4.23	5.85	0.19	9.52
1A1aii	Generación combinada de calor y energía (CHP)							
1A1aiii	Plantas generadoras de energía							
1A1b	Refinación de petróleo	2,724.52	0.05	0.00	1.10	1.24	0.04	0.01
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas							
1A1ci	Fabricación de Combustibles sólidos							
1A1cii	Otras industrias de la energía	2,143.62	0.17	0.02	0.68	1.33	0.03	2.86
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción							
1A2a	Hierro y acero							
1A2b	Metales no ferrosos							
1A2c	Productos químicos							
1A2d	Pulpa, papel e imprenta							
1A2e	Procesamiento de alimentos, bebida y tabaco							
1A2f	Minerales no metálicos							
1A2g	Equipos de transporte							
1A2h	Maquinaria							
1A2i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	872.74	0.06	0.01	2.73	3.76	0.38	2.53
1A2j	Madera y productos de madera							
1A2k	Construcción							
1A2l	Textiles y cuero							
1A2m	Industria no especificada	7,513.73	0.69	0.10	32.42	23.22	7.24	23.74
1A3	Transporte							
1A3a	Aviación civil							
1A3ai	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)							
1A3aii	Aviación nacional	1,079.29	0.01	0.03				
1A3b	Transporte terrestre							
1A3bi	Automóviles							
1A3bi1	Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales							
1A3bi2	Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	4,264.90	3.62	0.17				
1A3bii	Camiones para servicio ligero							
1A3bii1	Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales							
1A3bii2	Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	5,696.71	0.75	0.29				
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses	5,156.25	1.26	0.36				
1A3biv	Motocicletas	3,715.37	2.06	0.15				
1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos							
1A3bvi	Catalizadores basados en urea							
1A3c	Ferrocarriles	108.98	0.02	0.04				
1A3d	Navegación marítima y fluvial							
1A3di	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional) (1)							
1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	519.96	0.05	0.01				
1A3e	Otro tipo de transporte							
1A3ei	Transporte por tuberías	5.91	0.00	0.00				

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	COVDM	SO ₂
		(Gg)						
1A3eii	Todo terreno	10.10	0.00	0.00				
1A4	Otros sectores							
1A4a	Comercial/Institucional	1,969.36	0.30	0.02	2.02	6.77	0.43	2.03
1A4b	Residencial	2,462.77	25.05	0.11	334.65	5.45	50.02	2.44
1A4c	Agricultura/silvicultura/Pesca/Piscigranjas	388.69	2.07	0.03	0.82	4.50	2.05	0.29
1A4ci	Estacionario							
1A4cii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria							
1A4ciii	Pesca (combustión móvil)							
1A5	No especificado							
1A5a	Estacionario							
1A5b	Móvil							
1A5bi	Móvil (componente de aviación)							
1A5bii	Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)							
1A5biii	Móvil (otros)							
1A5c	Operaciones multilaterales							
1B	Emissiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles							
1B1	Combustibles sólidos							
1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón							
1B1ai	Minas subterráneas							
1B1ai1	Minería	0.00	3.11					
1B1ai2	Emissiones de gas de carbono posteriores a la minería		0.44					
1B1ai3	Minas subterráneas abandonadas							
1B1ai4	Quema en antorcha de metano drenado o en conversión de metano en CO ₂							
1B1aii	Minas de superficie							
1B1aii1	Minería							
1B1aii2	Emissiones de gas de carbono posteriores a la minería							
1B1b	Combustión no controlada y vertederos para quema de carbón							
1B1c	Transformación de combustibles sólidos							
1B2	Petróleo y gas natural							
1B2a	Petróleo	194.73	50.03	0.00				
1B2ai	Venteo	2.11	0.70					
1B2aii	Quema en antorcha	186.76	3.30	0.00				
1B2aiii	Todos los demás	5.85	46.04					
1B2aiii1	Exploración							
1B2aiii2	Producción y refinación	5.85	46.04					
1B2aiii3	Transporte							
1B2aiii4	Refinación							
1B2aiii5	Distribución de los productos del petróleo							
1B2aiii6	Otros							
1B2b	Gas natural	174.98	274.40	0.00				
1B2bi	Venteo	0.08	6.98					
1B2bii	Quema en antorcha	130.61	0.78	0.00				
1B2biii	Todos los demás	44.29	266.64	0.00				
1B2biii1	Exploración							
1B2biii2	Producción	1.87	231.00					
1B2biii3	Procesamiento	41.74	13.76	0.00				
1B2biii4	Transmisión y almacenamiento	0.02	9.44					
1B2biii5	Distribución	0.66	12.43					
1B2biii6	Otros							
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía							

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	COVDM	SO ₂
		(Gg)						
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono							
1C1	Transporte de CO₂							
1C1a	Gasoductos							
1C1b	Embarcaciones							
1C1c	Otros (sírvase especificar)							
1C2	Inyección y almacenamiento							
1C2a	Inyección							
1C2b	Almacenamiento							
Elementos recordatorios								
	Tanques de combustible internacional							
	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)	2,019.94	0.01	0.06				
	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)	3,452.46	0.31	0.09				
	Operaciones multilaterales							
Elementos informativos								
	CO ₂ de la combustión de biomasa para producción de energía	13,037.63						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.2 Antecedentes de energía: 1A3-1A5

Categoría	Categorías de fuentes y sumideros	Actividad (TJ)						Emisiones (Gg)																			Elemento informativo(2) (Gg)	
								Sólido			Líquido			Gas			Otros combustibles fósiles			Turba			Biomasa			Total		
		Sólido	Líquido	Gas	Otros combustibles fósiles	Turba	Biomasa	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CO ₂ emitido	
1A3	Transporte		273,397.11	21,376.51			6,232.48				19,673.82	4.74	0.78	1,199.36	1.97	0.06							0.12	0.00	17,420.73	6.52	0.76	441.26
1A3a	Aviación civil		42,995.88								3,099.23	0.02	0.09												3,099.23	0.02	0.09	
1A3ai	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)		28,250.94								2,019.94	0.01	0.06												2,019.94	0.01	0.06	
1A3aii	Aviación nacional		14,744.94								1,079.29	0.01	0.03												1,079.29	0.01	0.03	
1A3b	Transporte terrestre		176,992.97	21,369.03			6,121.87				12,477.61	4.35	0.55	1,199.36	1.97	0.06							0.11	0.00	13,676.98	6.43	0.61	433.43
1A3bi	Automóviles		45,857.73	20,337.24			1,402.00				3,123.44	1.72	0.11	1,141.45	1.87	0.06							0.03	0.00	4,264.90	3.62	0.17	99.26
1A3bi1	Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales																											
1A3bi2	Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales		45,857.73	20,337.24			1,402.00				3,123.44	1.72	0.11	1,141.45	1.87	0.06						0.03	0.00	4,264.90	3.62	0.17	99.26	
1A3bii	Camiones para servicio ligero		77,018.35	842.66			2,480.04				5,649.42	0.63	0.29	47.30	0.08	0.00						0.04	0.00	5,696.71	0.75	0.29	175.59	
1A3bii1	Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales																											
1A3bii2	Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales		77,018.35	842.66			2,480.04				5,649.42	0.63	0.29	47.30	0.08	0.00						0.04	0.00	5,696.71	0.75	0.29	175.59	
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses		65,880.46	4,924.91			2,080.02				4,879.84	0.27	0.26	276.42	0.45	0.01						0.54	0.09	5,156.25	1.26	0.36	147.27	
1A3biv	Motocicletas		54,116.89	189.12			2,239.82				3,704.75	2.00	0.15	10.61	0.02	0.00						0.04	0.00	3,715.37	2.06	0.15	158.58	
1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos																											
1A3bvi	Catalizadores basados en urea																											
1A3c	Ferrocarriles		1,470.66				46.51				108.98	0.01	0.04									0.01	0.00	108.98	0.02	0.04	3.29	
1A3d	Navegación marítima y fluvial		51,719.90	0.00			58.58				3,972.41	0.36	0.10									0.00	0.00	519.96	0.05	0.01	4.15	
1A3di	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional) (1)		44,700.51								3,452.46	0.31	0.09															
1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional		7,019.39				58.58				519.96	0.05	0.01									0.00	0.00	519.96	0.05	0.01	4.15	
1A3e	Otro tipo de transporte		217.70	7.49			5.52				15.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00	15.59	0.00	0.00	0.39	
1A3ei	Transporte por tuberías		79.81				2.82				5.91	0.00	0.00									0.00	0.00	5.91	0.00	0.00	0.20	
1A3eii	Todo terreno		137.89	7.49			2.70				9.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						0.00	0.00	9.68	0.00	0.00	0.19	
1A4	Otros sectores	4.00	33,011.26	902.00			8,057.74	0.39	0.00	0.00	2,307.03	0.31	0.02	50.63	0.00	0.00						2.05	0.03	2,358.05	2.37	0.05	772.45	
1A4a	Comercial/Institucional		27,661.68	902.00			1,027.32				1,918.74	0.26	0.01	50.63	0.00	0.00						0.04	0.00	1,969.36	0.30	0.02	77.68	
1A4b	Residencial																											
1A4c	Agricultura/silvicultura/Pesca/Piscigranjas	4.00	5,349.58				7,030.42	0.39	0.00	0.00	388.30	0.05	0.00									2.01	0.03	388.69	2.07	0.03	694.77	
1A4ci	Estacionario	4.00	5,349.58				7,030.42	0.39	0.00	0.00	388.30	0.05	0.00									2.01	0.03	388.69	2.07	0.03	694.77	
1A4cii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria																											
1A4ciii	Pesca (combustión móvil)																											
1A5	No especificado																											
1A5a	Estacionario																											
1A5b	Móvil																											
1A5bi	Móvil (componente de aviación)																											
1A5bii	Móvil (componente del sector marítimo y fluvial)																											
1A5biii	Móvil (otros)																											
1A5c	Operaciones multilaterales (1) (2)																											
Elementos recordatorios (5)																												
	Tanques de combustible internacional																											
	Aviación internacional (Tanques de combustible internacional)																									2,019.94	0.30	17.52
	Transporte marítimo y fluvial internacional (Tanques de combustible internacional)																									3,452.46	6.57	27.71
	Operaciones multilaterales																											
Elementos informativos																												
	CO ₂ de la combustión de biomasa para producción de energía																											13,037.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.3 Antecedentes de energía: 1B

Categorías de fuentes y sumideros		Datos de actividad			Emisiones (Gg)			Elementos informativos: Cantidad capturada (Gg)
		Descripción	Unidad	Valor	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
1B	Emisiones fugitivas de combustibles			644,876.56	369.71	327.97	0.00	
1B1	Combustibles sólidos			532,472.00	0.00	3.54	0.00	
1B1a	Minería y manejo del carbón			532,472.00		3.54		
1B1ai	Minas subterráneas	carbón producido	ktoneladas					
1B1ai1	Minería	carbón producido	ktoneladas	266,236.00		3.11		
1B1ai2	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	carbón producido	ktoneladas	266,236.00		0.44		
1B1ai3	Minas subterráneas abandonadas	Cantidad de minas	cantidad					
1B1ai4	Quema en antorcha de metano drenado o en conversión de CH ₄ en CO ₂	gas quemado en antorcha	10 ⁶ Sm ³					
1B1aii	Minas de superficie							
1B1aii1	Minería	carbón producido	ktoneladas					
1B1aii2	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	carbón producido	ktoneladas					
1B1b	Combustión no controlada y vertederos para quema de carbón	combustible sólido quemado	ktoneladas					
1B1c	Transformación de combustibles sólidos	combustible sólido transformado	ktoneladas					
1B2	Petróleo y gas natural			112,404.56	369.71	324.43	0.00	
1B2a	Petróleo			9,394.91	194.73	50.03	0.00	
1B2ai	Venteo	Cantidad total de gas como resultado de la producción de petróleo	10 ⁶ Sm ³	2,348.73	2.11	0.70		
1B2aii	Quema en antorcha	gas quemado en antorcha de la producción de petróleo	10 ⁶ Sm ³	4,697.45	186.76	3.30	0.00	
1B2aiii	Todos los demás							
1B2aiii1	Exploración	pozos perforados	cantidad					
1B2aiii2	Producción y refinación	petróleo producido	10 ³ m ³	2,348.73	5.85	46.04		
1B2aiii3	Transporte	petróleo crudo transportado	10 ³ m ³					
1B2aiii4	Refinación	producción de petróleo crudo de refinерías	10 ³ m ³					
1B2aiii5	Distribución de los productos del petróleo	cantidad distribuida	10 ³ m ³					
1B2aiii6	Otros							
1B2b	Gas natural			103,009.65	174.98	274.40	0.00	

Categorías de fuentes y sumideros		Datos de actividad			Emisiones (Gg)			Elementos informativos: Cantidad capturada (Gg)
		Descripción	Unidad	Valor	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
1B2bi	Venteo	Cantidad total de gas venteado como resultado de la producción de gas natural	10 ⁶ Sm ³	14,002.98	0.08	6.98		
1B2bii	Quema en antorcha	gas quemado en antorcha de la producción de gas natural	10 ⁶ Sm ³	65.30	130.61	0.78	0.00	
1B2biii	Todos los demás							
1B2biii1	Exploración	cantidad de pozos perforados	cantidad					
1B2biii2	Producción	Gas producido	10 ⁶ Sm ³	19,249.87	1.87	231.00		
1B2biii3	Procesamiento	Cantidad de gas procesado en las instalaciones	10 ⁶ Sm ³	34,782.65	41.74	13.76	0.00	
1B2biii4	Transmisión y almacenamiento	Cantidad transportada y almacenada	10 ⁶ Sm ³	28,001.45	0.02	9.44		
1B2biii5	Distribución	Cantidad de gas distribuido	10 ⁶ Sm ³	6,907.40	0.66	12.43		
1B2biii6	Otros							
1B3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.5 Antecedentes de energía: Método de referencia

Tipo de Combustible		PASO 1					PASO 2		PASO 3		PASO 4		PASO 5				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
		Producción	Importaciones	Exportaciones	Bunkers internacionales	Cambio de Stock	Consumo Aparente	Factor de Conversión (TJ/unidad)	Consumo Aparente (TJ)	Contenido de Carbono (t C/TJ)	Carbono Total (Gg C)	Carbono Excluido (Gg C)	Emisiones Netas de Carbono (Gg C)	Fracción de Carbono Oxidado	Emisiones de CO ₂ (GgCO ₂)		
						F=A+B-C-D-E	H=F*G		J=H*I/1000		L=J-K		N=L*M*44/12				
Combustible líquido	Combustible Primario	Petróleo Crudo	85,545.00	222,877.00	4,895.00			303,527.00	1.00	303,527.00	20.00	6,070.54		6,070.54	1.00	22,258.65	
		Orimulsión	0.00	0.00													
		Líquidos de Gas Natural	165,134.70	0.00					165,134.70	1.00	165,134.70	17.50	2,889.86		2,889.86	1.00	10,596.14
	Combustible Secundario	Gasolina	0.00	35,625.00	95,346.00				-59,721.00	1.00	-59,721.00	18.90	-1,128.73		-1,128.73	1.00	-4,138.67
		Jet Kerosene	0.00														
		Otro queroseno	0.00														
		Esquisto Bituminoso	0.00														
		Gas / Diesel Oil	0.00	142,038.30	14,631.90				127,406.40	1.00	127,406.40	20.20	2,573.61		2,573.61	1.00	9,436.57
		Fuelóleo residual	0.00	920.00	74,632.00				-73,712.00	1.00	-73,712.00	21.10	-1,555.32		-1,555.32	1.00	-5,702.85
		Gases Licuados de Petróleo	0.00	1,531.00	6.00				1,525.00	1.00	1,525.00	17.20	26.23		26.23	1.00	96.18
		Turbo	0.00	12,848.00	27,422.00				-14,574.00	1.00	-14,574.00	19.10	-278.36		-278.36	1.00	-1,020.67
		Etano	0.00						0.00								
		Nafta	0.00						0.00								
		Bitumen	0.00						0.00								
		Lubricantes	0.00						0.00								
		Coque de petróleo	0.00						0.00								
Sustancia para alimentación a procesos de refinerías	0.00						0.00										
Other Oil	0.00						0.00										
Total de combustible líquido		250,679.70								449,586.10							
Combustible Sólido	Combustible Primario	Antracita(a)	7,343.00	17,879.00	4,835.00			20,387.00	1.00	20,387.00	25.80	525.98		525.98	1.00	1,928.61	
		Carbón de coque	0.00	3,367.00				3,367.00	1.00	3,367.00	26.60	89.56		89.56	1.00	328.39	
		Otro carbón bituminoso	0.00					0.00									
		Carbón sub-bituminoso	0.00					0.00									
		Lignito	0.00					0.00									
	Esquisto bituminoso	0.00					0.00										
	Combustible Secundario	BKB & Combustible evidente	0.00					0.00									
		Coque para horno de coque/Coque de gas	0.00					0.00									
Alquitrán de hulla		0.00					0.00										
Total de combustible sólido		7,343.00															
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)	588,387.00		241,012.00			347,375.00	1.00	347,375.00	15.33	5,324.95		5,324.95	1.00	19,524.80		
Otros	Desechos municipales (fracción no perteneciente a la biomasa)	0.00															
	Desechos industriales	0.00															
	Oleos de desecho	0.00															
Total de otros combustibles		588,387.00															
Turba		0.00															
Total		846,409.70													53,307.16		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1. 3 Tablas de reporte para el sector PIUP

Tabla 2.1 Antecedentes de PIUP: 2A Industria de los minerales, 2B (2B1-2B8, 2B10) Industria química: CO₂, CH₄ y N₂O

Categorías	Datos de la actividad				Emisiones						
	cantidad de producción/consumo			CO ₂ (Gg)			CH ₄ (Gg)		N ₂ O (Gg)		
	Descripción	Cantidad	Unidad	Emisiones	Elementos informativos capturados y almacenados	(memorando) Otra reducción (5)	Emisiones	Reducción de elementos informativos	Emisiones	Reducción de elementos informativos	
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS										
2A	Industria de los minerales										
2A1	Producción de Cemento	Masa de clinker producido	8,100,540.65	t	4,223.75						
2A2	Producción de Cal	Masa de cal producida	933,406.00	t	702.85						
2A3	Producción de Vidrio	Producción primaria de vidrio	272,291.50	t	35.24						
2A4	Otros usos de Carbonatos										
2A4a	Cerámicas (ladrillos)	Masa de ladrillos producida	1,485,418.41	t	72.77						
2A4b	Otros usos de la Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	Masa de carbonatos consumidos	47,012.50	t	19.51						
2A4c	Producción de magnesia no metalúrgica										
2A4d	Otros (sírvase especificar) (3)										
2A5	Otros (sírvase especificar) (3)										
2B	Industria química										
2B1	Producción de Amoníaco										
2B2	Producción de Ácido Nítrico	Cantidad de Ácido nítrico producido	47,101.88	t					0.42		
2B3	Producción de Ácido Adípico										
2B4	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico										
2B5	Producción de Carburos										
2B6	Producción de Dióxido de Titanio										
2B7	Producción de Ceniza de Sosa (Carbonato de Sodio)	Cantidad de Ceniza de Sosa producida	439.33	t	0.06						
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo										
2B8a	Metanol										
2B8b	Etileno										
2B8c	Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo										
2B8d	Óxido de etileno										
2B8e	Acilonitrilo										
2B8f	Negro de humo										
2B9	Producción fluoroquímica										
2B9a	Emisiones de productos derivados (4)										
2B9b	Emisiones fugitivas (4)										
2B10	Otros (sírvase especificar) (3)										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.3 Cuadro de antecedentes de PIUP: 2C Industria de los metales CO₂, CH₄ y N₂O

Categorías	Datos de la actividad			Emisiones							
	Cantidad de producción/consumo			CO2 (Gg)			CH4 (Gg)		N2O (Gg)		
	Descripción	Cantidad	Unidad	Emisiones	Elementos informativos capturados y almacenados	(información) Otra reducción (5)	Emisiones	(información) reducción (6)	Emisiones	(información) reducción (6)	
2C Industria de los metales											
2C1	Producción de Hierro y Acero	Producción de de Acero en Horno de Arco Eléctrico (EAF)	1,152,731.50	t	92.22						
		Producción de Hierro Reducido Directamente (DRI)	10,487.00	t	7.34			0.00			
2C2	Producción de Ferroaleaciones										
2C3	Producción de Aluminio				NO						
2C4	Producción de Magnesio										
2C5	Producción de Plomo	Plomo primario producido	0.00	t	0.00						
2C6	Producción de Zinc	Cantidad de zinc producido	312,338.95	t	537.22						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1. 4. Tablas de reporte para el sector ASOUT

Tabla 3 Sectores ASOUT

Categorías		Remociones /emisiones netas de CO ₂	Emisiones				
			CH ₄	N ₂ O	CO	Nox	COVDM
		(Gg)					
3	ASOUT	134,901.58	648.71	38.79	1,039.41	64.85	
3A	Ganado	12,084.69	557.57				
3A1	Fermentación entérica	11,462.85	545.85				
3A1a	Ganado vacuno	8,806.84	419.37				
3A1ai	Ganado vacuno lechero	1,962.47	93.45				
3A1aii	Otro ganado vacuno	6,844.37	325.92				
3A1b	Búfalos	-					
3A1c	Ovino	1,202.32	57.25				
3A1d	Caprino	197.37	9.40				
3A1e	Llama y alpaca	911.27	43.39				
3A1f	Caballos	198.94	9.47				
3A1g	Mulas y asnos	123.90	5.90				
3A1h	Porcinos	19.00	0.90				
3A1i	Aves	-					
3A1j	Otros: cuyes	3.21	0.15				
3A2	Manejo de estiércol	621.84	11.72	1.21			
3A2a	Ganado vacuno	282.38	5.57	0.53			
3A2ai	Ganado vacuno lechero	103.10	0.93	0.27			
3A2aii	Otro ganado vacuno	179.28	4.64	0.26			
3A2b	Búfalos	-					
3A2c	Ovino	27.93	1.33				
3A2d	Caprino	6.52	0.31				
3A2e	Llama y alpaca	182.21	1.16	0.51			
3A2f	Caballos	15.85	0.75				
3A2g	Mulas y asnos	9.88	0.47				
3A2h	Porcinos	45.38	1.00	0.08			
3A2i	Aves	48.48	0.96	0.09			
3A2j	Otros: cuyes	3.21	0.15				
3B	Tierras	108,991.29					
3B1	Tierras forestales (TF)	9,799.32					
3B1a	TF que permanecen como TF	10,837.10					
3B1b	Tierras convertidas en TF	-1,037.78					
3.B.1.b.i	TC que se convierten en TF	-113.29					
3.B.1.b.ii	P que se convierten en TF	-818.43					
3.B.1.b.iii	H que se convierten en TF	-21.55					
3.B.1.b.iv	A que se convierten en TF	-					
3.B.1.b.v	OT que se convierten en TF	-84.50					
3B2	Tierras agrícolas (TC)	51,450.82					
3B2a	TC que permanecen como TC	-249.62					
3B2b	Tierras convertidas en TC	51,700.44					
3.B.2.b.i	TF que se convierten en TC	49,733.77					
3.B.2.b.ii	P que se convierten en TC	2,003.47					
3.B.2.b.iii	H que se convierten en TC	-					
3.B.2.b.iv	A que se convierten en TC	-					
3.B.2.b.v	OT que se convierten en TC	-36.80					
3B3	Pastizales (P)	41,309.08					
3B3a	P que permanecen como P	-					
3B3b	Tierras convertidas en P	41,309.08					
3.B.3.b.i	TF que se convierten en P	43,680.53					
3.B.3.b.ii	TC que se convierten en P	-217.58					
3.B.3.b.iii	H que se convierten en P	-					
3.B.3.b.iv	A que se convierten en P	-					
3.B.3.b.v	OT que se convierten en P	-2,153.86					
3B4	Humedales (H)	-					

Categorías		Remociones /emisiones netas de CO ₂	Emisiones				
			CH ₄	N ₂ O	CO	Nox	COVDM
(Gg)							
3B4a	H que permanecen como H	-					
3B4b	Tierras convertidas en H	-					
3.B.4.b.i	TF que se convierten en H	-					
3.B.4.b.ii	TC que se convierten en H	-					
3.B.4.b.iii	P que se convierten en H	-					
3.B.4.b.iv	A que se convierten en H	-					
3.B.4.b.v	OT que se convierten en H	-					
3B5	<i>Asentamientos (A)</i>	5,038.23					
3B5a	A que permanecen como A	-					
3B5b	Tierras convertidas en A	5,038.23					
3.B.5.b.i	TF que se convierten en A	4,674.21					
3.B.5.b.ii	TC que se convierten en A	54.31					
3.B.5.b.iii	P que se convierten en A	309.71					
3.B.5.b.iv	H que se convierten en A	-					
3.B.5.b.v	OT que se convierten en A	-					
3B6	<i>Otras Tierras (OT)</i>	1,393.83					
3B6a	OT que permanecen como OT	-					
3B6b	Tierras convertidas en OT	1,393.83					
3.B.6.b.i	TF que se convierten en OT	502.18					
3.B.6.b.ii	TC que se convierten en OT	16.95					
3.B.6.b.iii	P que se convierten en OT	874.70					
3.B.6.b.iv	A que se convierten en OT	-					
3.B.6.b.v	H que se convierten en OT	-					
3C	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO₂ en la tierra	13,825.60	91.15				
3C1	Emisiones por quema de biomasa	1,891.33	39.48				
3C1a	Quema de biomasa en Tierras Forestales	-					
3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	79.29	2.73	0.07	0.77	2.53	
3C1c	Quema de biomasa en Pastizales	1,812.04	36.75	3.36	1,038.65	62.32	
3C2	Encalado	-					
3C3	Aplicación de urea	262.54					
3C4	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados	7,709.86					
3C5	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	2,667.66					
3C6	Emisiones indirectas de N ₂ O por manejo del estiércol	209.30	51.66				
3C7	Cultivos de arroz	1,084.91	283.72	1.35			
3D	Otros	6,437.67					
3D1	Productos de madera recolectada	3,979.47					
3D2	Otros	-					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.1 Antecedentes de ASOUT: 3A1 – 3A2 Agricultura/Ganado

Categorías		Datos de la actividad (cantidad de animales)	Emisiones	
			CH ₄	N ₂ O
		(Gg)		
3	ASOUT			
3A	Ganadería		557.57	1.21
3A1	Fermentación entérica		545.85	
3A1a	Ganado vacuno		419.37	
3A1ai	Ganado vacuno lechero	895,718.00	93.45	
3A1aii	Otro ganado vacuno	4,639,737.00	325.92	
3A1b	Búfalos			
3A1c	Ovino	11,450,659.00	57.25	
3A1d	Caprino	1,879,713.00	9.40	
3A1e	Llama y alpaca	5,424,246.00	43.39	
3A1f	Caballos	526,290.56	9.47	
3A1g	Mulas y asnos	590,007.71	5.90	
3A1h	Porcinos	904,700.42	0.90	
3A1i	Aves	49,559,797.50		
3A1j	Otros: cuyes	3,584,640.10	0.15	
3A2	Manejo de estiércol		11.72	1.21
3A2a	Ganado vacuno		5.57	0.53
3A2ai	Ganado vacuno lechero	895,718.00	0.93	0.27
3A2aii	Otro ganado vacuno	4,639,737.00	4.64	0.26
3A2b	Bufalos			
3A2c	Ovino	11,450,659.00	1.33	-
3A1d	Caprino	1,879,713.00	0.31	-
3A1e	Llama y alpaca	5,424,246.00	1.16	0.51
3A1f	Caballos	526,290.56	0.75	-
3A1g	Mulas y asnos	590,007.71	0.47	-
3A1h	Porcinos	904,700.42	1.00	0.08
3A1i	Aves	49,559,797.50	0.96	0.09
3A1j	Otros: cuyes	3,584,640.10	0.15	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2 Antecedentes de ASOUT: 3B Cambios de las existencias de carbono en SOUT

Categorías	Datos de la actividad		Cambio en las existencias netas de carbono y emisiones de CO ₂								Emisiones netas de CO ₂					
	Superficie total	Superficie de suelos orgánicos	Biomasa				Materia orgánica muerta		Suelos		Emisiones netas de CO ₂					
			Aumento	Disminución	Carbono emitido como CH ₄ y CO de incendios	Cambio en las existencias netas de carbono	Cambio en las existencias netas de carbono	Carbono emitido como CH ₄ y CO de incendios	Cambio en las existencias netas de carbono en los suelos minerales	Pérdida de carbono en los suelos orgánicos drenados						
	(ha)		(Gg C)								(GgCO ₂)					
3B	Tierras															
3B1	<i>Tierras forestales (TF)</i>	72,842,628.06		597.46	3,307.73		2,710.27	-	32.37		-	5.36		9,799.32		
3B1a	TF que permanecen como TF	72,769,135.64		352.15	3,307.73		2,955.57		NO			NO		10,837.10		
3B1	Tierras convertidas en TF	73,492.43		245.30	0.00		-	245.30	-	32.37		-	5.36	-	1,037.78	
3.B.1.b.i	TC que se convierten en TF	9,613.08		25.88	NE		-	25.88	-	3.61		-	1.41	-	113.29	
3.B.1.b.ii	P que se convierten en TF	57,540.96		197.45	NE		-	197.45	-	25.76		-	-	-	818.43	
3.B.1.b.iii	H que se convierten en TF	1,992.42		5.33	NE		-	5.33	-	0.55		-	-	-	21.55	
3.B.1.b.iv	A que se convierten en TF	-		NO	NO		-	NO	-	NO		-	NO	-	NO	
3.B.1.b.v	OT que se convierten en TF	4,345.97		16.64	NE		-	16.64	-	2.45		-	3.95	-	84.50	
3B2	<i>Tierras de cultivo (TC)</i>	7,194,983.94		68.08			12,347.52		1,151.44				533.09		51,450.82	
3B2a	TC que permanecen como TC	5,711,464.96		68.08			-	68.08		NO			-	-	249.62	
3B2b	Tierras convertidas en TC	1,483,518.98					12,415.60		1,151.44				533.09		51,700.44	
3.B.2.b.i	TF que se convierten en TC	834,552.78					12,108.30		1,151.44				304.02		49,733.77	
3.B.2.b.ii	P que se convierten en TC	639,229.73					307.30		-				239.10		2,003.47	
3.B.2.b.iii	H que se convierten en TC	3,967.42					-		-	-			-		-	
3.B.2.b.iv	A que se convierten en TC	434.52					-		-	-			-		-	
3.B.2.b.v	OT que se convierten en TC	5,334.53					-		-	-			10.04	-	36.80	
3B3	<i>Pastizales (P)</i>	37,446,301.17					11,006.46		1,042.42				-	782.77	41,309.08	
3B3a	P que permanecen como P	35,274,866.55					NO		-				NE		-	
3B3b	Tierras convertidas en P	2,171,434.62					11,006.46		1,042.42				-	782.77	41,309.08	
3.B.3.b.i	TF que se convierten en P	1,298,566.49					10,870.45		1,042.42				-	-	43,680.53	
3.B.3.b.ii	TC que se convierten en P	531,384.95					136.02		-				-	195.36	-	217.58
3.B.3.b.iii	H que se convierten en P	17,128.19					-		-	-			-	-	-	
3.B.3.b.iv	A que se convierten en P	3,607.38					-		-	-			-	-	-	
3.B.3.b.v	OT que se convierten en P	320,747.62					-		-	-			-	587.42	-	2,153.86
3B4	<i>Humedales (H)</i>	3,196,078.92														
3B4a	H que permanecen como H	3,091,133.34														
3B4b	Tierras convertidas en H	104,945.58														
3.B.4.b.i	TF que se convierten en H	12,253.06														
3.B.4.b.ii	TC que se convierten en H	8,682.13														
3.B.4.b.iii	P que se convierten en H	80,841.36														
3.B.4.b.iv	A que se convierten en H	682.38														
3.B.4.b.v	OT que se convierten en H	2,486.66														
3B5	<i>Asentamientos (A)</i>	290,386.53					1,049.78		99.00				225.28		5,038.23	
3B5a	A que permanecen como A	168,920.42					NO		-				NO		NE	
3B5b	Tierras convertidas en A	121,466.12					1,049.78		99.00				225.28		5,038.23	
3.B.5.b.i	TF que se convierten en A	62,443.07					1,033.43		99.00				142.35		4,674.21	
3.B.5.b.ii	TC que se convierten en A	7,172.72					1.31		-				13.50		54.31	
3.B.5.b.iii	P que se convierten en A	39,017.13					15.04		-				69.43		309.71	
3.B.5.b.iv	H que se convierten en A	282.38					-		-				-		-	
3.B.5.b.v	OT que se convierten en A	12,550.82					-		-				-		-	
3B6	<i>Otras Tierras (OT)</i>	8,456,210.82					55.59		-				324.55		1,393.83	
3B6a	OT que permanecen como OT	8,183,275.47														
3B6b	Tierras convertidas en OT	272,935.35					55.59		-				324.55		1,393.83	
3.B.6.b.i	TF que se convierten en OT	88,604.18					46.51		NO				90.45		502.18	
3.B.6.b.ii	TC que se convierten en OT	2,855.30					0.09		NO				4.54		16.95	
3.B.6.b.iii	P que se convierten en OT	180,959.75					8.99		NO				229.57		874.70	
3.B.6.b.iv	H que se convierten en OT	516.11					NO		NO				NE		NE	
3.B.6.b.v	A que se convierten en OT	-					NO		NO				NO		NO	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Antecedentes de ASOUT: Quema de biomasa (3C1)

Categorías		Datos de la actividad			Emisiones						Elementos informativos: Carbono emitido como CH ₄ y CO		
					CO ₂	CH ₄		N ₂ O	CO		Nox	Biomasa	MOM
		Descripción	Unidad (ha o kg dm)	Valores		Biomasa	MOM		Biomasa	MOM			
3C1	Quema de biomasa					39.48		3.43	1,039.41		64.85	653.26	
3C1a	Quema de biomasa en Tierras Forestales												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo					2.73		0.07	0.77		2.53	2.51	
	Quemado de biomasa en tierras de cultivo que permanecen como tales					2.73		0.07	0.77		2.53	2.51	
	Quema controlada	área quemada	ha	197,661.14		2.73		0.07	0.77		2.53	2.51	
	Incendios destructivos												
	Quemado de biomasa en tierras forestales convertidas en tierras de cultivo												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
	Quemado de biomasa en tierras no forestales convertidas en tierras de cultivo												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
3C1c	Quema de biomasa en Pastizales					36.75		3.36	1,038.65		62.32	650.75	
	Quema en pastizales que permanecen como tales					36.75		3.36	1,038.65		62.32	650.75	
	Quema controlada	área quemada	ha	7,609,128.19		36.75		3.36	1,038.65		62.32	650.75	
	Incendios destructivos												
	Quema en tierras forestales convertidas en pastizales												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
	Quema en tierras no forestales convertidas en pastizales												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
3C1d	Quemado de biomasa en todas las otras tierras												
	Quemado de biomasa en todas las otras tierras que permanecen como tales												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
	Quemado de biomasa en tierras forestales convertidas en todas las otras tierras												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												
	Quemado de biomasa en tierras no forestales convertidas en todas las otras tierras												
	Quema controlada												
	Incendios destructivos												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9 Antecedentes de ASOUT: Emisiones GHG no CO₂ no incluidas en otro lugar (3C7 y 3C8)

Categorías		Datos de la actividad (ha)	Emisiones	
			CH ₄	N ₂ O
			(Gg)	
3C7	Cultivos de arroz	419,564.00	51.66	
3C8	Otros			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1. 5. Tablas de reporte para el sector Desechos

Tabla 4 Desechos por sector

Categorías		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(Gg)						
4	DESECHOS							
4A	Eliminación de desechos sólidos		189.50					
4A1	Sitios de eliminación de desechos gestionados		189.50					
4A2	Sitios de eliminación de desechos no gestionados							
4A3	Sitios de eliminación de desechos no categorizados							
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos							
4C	Incineración e incineración abierta de desechos	61.67	0.87	0.02				
4C1	Incineración de desechos							
4C2	Incineración abierta de desechos	61.67	0.87	0.02				
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		93.35	1.33				
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		60.24	1.33				
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		33.11					
4E	Otros (sírvase especificar)							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1 Antecedentes de desechos: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O

Categorías	Tipo de datos de la actividad	Unidad	Emisiones		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
			(Gg)		
4A Eliminación de desechos sólidos					
4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados	17,808.00	Gg		189.50	NE
4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados					
4A3 Sitios de eliminación de desechos no categorizados					
4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos					
4C Incineración e incineración abierta de desechos					
4C1 Incineración de desechos			NE	NE	NE
4C2 Incineración abierta de desechos	134.40	Gg	61.67	0.87	0.02
4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales					
4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas					
Emisiones de CH ₄	574.67	Gg DBO		60.24	
Emisiones de N ₂ O	169.41	Gg-N			1.33
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales					
Emisiones de CH ₄	914.74	Gg DQO		33.11	
Emisiones de N ₂ O					
4E Otros (sírvase especificar)					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.2 Antecedentes de desechos: Recuperación de CH₄

Categorías		Unidad	CH ₄	
		Gg CH ₄	Quemado en antorcha	Recuperación de energía
4	DESECHOS			
4A	Eliminación de desechos sólidos	189.50	22.82	NE
4B	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	NE	NE	NE
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales			
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	60.24	NO	NO
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	33.11	NO	NO
4E	Otros (sírvase especificar)			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO II. Resultados detallados del análisis de incertidumbre

Código de la categoría IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o remociones año base	Emisiones o remociones año t	Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la Varianza por Categoría en el año 2016	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI											
														Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2 + F^2)}$	$(G \cdot D)^2 / (\Sigma D)^2$	Nota B	D / ΣC	I · F	J · E · V2	K ² + L ²
														Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%	%	fracción	%	%	%	%	%
1A	Quema de combustibles	Diésel	8,014.66	13,320.91	4.38%	3.06%	5.34%	0.000	0.03%	5.99%	0.00%	0.37%	0.0014%											
1A	Quema de combustibles	Petróleo industrial	6,375.22	1,033.42	3.71%	7.00%	7.92%	0.000	-0.02%	0.46%	-0.002%	0.02%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Carbón mineral	1,916.85	3,347.75	9.68%	7.00%	11.95%	0.000	0.01%	1.51%	0.00%	0.21%	0.0004%											
1A	Quema de combustibles	Gas Natural	1,248.98	17,814.86	2.39%	6.42%	6.85%	0.000	0.07%	8.01%	0.00%	0.27%	0.0007%											
1A	Quema de combustibles	Gas de refinera	238.23	400.64	2.50%	7.00%	7.43%	0.000	0.00%	0.18%	0.00%	0.01%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gas licuado de petróleo	1,360.12	5,095.22	8.90%	5.03%	10.22%	0.000	0.02%	2.29%	0.00%	0.29%	0.0008%											
1A	Quema de combustibles	Coque	98.29	234.32	12.50%	7.00%	14.33%	0.000	0.00%	0.11%	0.00%	0.02%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gasolina para motores	3,834.33	6,928.42	4.71%	4.15%	6.28%	0.000	0.02%	3.12%	0.00%	0.21%	0.0004%											
1A	Quema de combustibles	Kerosene	2,011.47	204.92	12.50%	7.00%	14.33%	0.000	-0.01%	0.09%	0.00%	0.02%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Queroseno para motor a reaccion	111.16	1,069.97	5.00%	5.00%	7.07%	0.000	0.00%	0.48%	0.00%	0.03%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gasolina para la aviación	0.00	9.32	5.00%	5.00%	7.07%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Fuelóleo residual	167.06	209.70	5.00%	3.00%	5.83%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	0.01%	0.0000%											
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricacion de combustibles	Petróleo	459.91	194.73	25.00%	393.75%	394.54%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	0.03%	0.0000%											
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricacion de combustibles	Gas Natural	200.52	174.98	25.00%	294.54%	295.60%	0.000	0.00%	0.08%	0.00%	0.03%	0.0000%											
2A1	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Cemento	1,777.66	4,223.75	1.50%	58.39%	58.41%	0.000	0.01%	1.90%	0.01%	0.04%	0.0000%											
2A2	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Cal	24.43	702.85	5.00%	2.83%	5.74%	0.000	0.00%	0.32%	0.00%	0.02%	0.0000%											
2A3	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Vidrio	34.39	35.24	40.31%	60.00%	72.28%	0.000	0.00%	0.02%	0.00%	0.01%	0.0000%											
2A4a	Procesos Industriales y usos de productos	Cerámicas	27.57	72.77	2.83%	3.00%	4.12%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.0000%											
2A4b	Procesos Industriales y usos de productos	Otros usos de la Ceniza de Sosa	0	19.51	2.83%	3.00%	4.12%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%											
2B7	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Ceniza de Sosa	0.03	0.06	5.00%	0.00%	5.00%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
2C1	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Hierro y Acero	253.83	99.56	10.00%	25.00%	26.93%	0.000	0.00%	0.04%	0.00%	0.01%	0.0000%											
2C5	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Plomo	62.44	0	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	-0.0003%	0.00%	-0.0001%	0.00%	0.0000%											
2C6	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Zinc	221.02	537.22	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	0.00%	0.24%	0.00%	0.03%	0.0000%											
3B1a	Tierras forestales (TF)	TF que permanecen como TF	29,462.40	10,837.10	37.62%	202.50%	205.96%	0.012	-0.07%	4.87%	-0.15%	2.59%	0.0674%											
3B1b	Tierras forestales (TF)	Tierras convertidas a TF	0	-1,037.78	12.50%	165.68%	166.15%	0.000	0.00%	-0.47%	-0.01%	-0.08%	0.0001%											
3B2a	Tierras de cultivo (TC)	TC que permanecen como TC	0	-249.62	25.00%	75.00%	79.06%	0.000	0.00%	-0.11%	0.00%	-0.04%	0.0000%											
3B2b	Tierras de cultivo (TC)	Tierras convertidas a TC	37,355.75	51,700.44	12.50%	191.24%	191.65%	0.233	0.08%	23.25%	0.15%	4.11%	0.1691%											
3B3b	Pastizales (P)	Tierras convertidas a P	91,616.23	41,309.08	12.50%	191.24%	191.65%	0.149	-0.19%	18.57%	-0.37%	3.28%	0.1092%											
3B5b	Asentamientos (A)	Tierras convertidas a A	1,032.79	5,038.23	12.50%	191.24%	191.65%	0.002	0.02%	2.27%	0.04%	0.40%	0.0016%											
3B6b	Otras Tierras (OT)	Tierras convertidas a OT	750.94	1,393.83	12.50%	75.00%	76.03%	0.000	0.00%	0.63%	0.00%	0.11%	0.0001%											
3C6	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Aplicación de urea	256.77	262.54	0.00%	50.00%	50.00%	0.000	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.0000%											
4C2	Desechos	Incineración abierta de desechos	49.49	61.67	111.92%	40.00%	118.85%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.04%	0.0000%											
		Total CO₂	188,962.56	165,045.61				0.000					0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Diésel	9.38	15.24	4.43%	28.41%	28.75%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Petróleo industrial	6.79	0.84	3.71%	100.00%	100.07%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Carbón mineral	5.42	5.72	12.14%	100.00%	100.73%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gas Natural	0.47	57.27	4.45%	24.88%	25.28%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gas de refinera	0.09	0.15	2.50%	100.00%	100.03%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gas licuado de petróleo	4.75	35.81	5.50%	25.23%	25.82%	0.000	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Coque	0.22	0.52	12.50%	100.00%	100.78%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gasolina para motores	34.82	58.68	4.71%	24.17%	24.63%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Kerosene	5.77	0.60	12.50%	7.00%	14.33%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Leña	422.22	473.74	270.62%	100.00%	288.51%	0.000	0.00%	0.21%	0.00%	0.82%	0.0066%											
1A	Quema de combustibles	Carbón vegetal	9.88	6.75	12.50%	100.00%	100.78%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Biogolina	0.00	1.63	4.65%	24.88%	25.32%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Bosta/yareta	67.36	45.20	12.50%	100.00%	100.78%	0.000	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Bagazo	2.95	52.58	11.45%	100.00%	100.65%	0.000	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Biogas	0.00	0.04	1.50%	100.00%	100.01%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Biodiésel	0.00	12.65	4.94%	24.22%	24.72%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Queroseno para motor a reaccion	0.01	0.15	5.00%	21.50%	22.07%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Gasolina para la aviación	0.00	0.00	5.00%	21.50%	22.07%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1A	Quema de combustibles	Fuelóleo residual	0.33	0.40	5.00%	50.00%	50.25%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricacion de combustibles	Combustibles sólidos	4.67	74.40	10.00%	23.41%	25.45%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.0000%											
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricacion de combustibles	Petróleo	2,377.74	1,050.68	25.00%	393.75%	394.54%	0.000	-0.01%	0.47%	-0.02%	0.17%	0.0003%											
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricacion de combustibles	Gas Natural	2,373.78	5,762.34	25.00%	95.01%	98.24%	0.001	0.02%	2.59%	0.02%	0.92%	0.0084%											
2C1	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Hierro y Acero	0.02	0.00	10.00%	25.00%	26.93%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%											
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - ganado vacuno	7,371.44	8,806.84	10.00%	24.24%	26.22%	0.000	0.01%	3.96%	0.00%	0.56%	0.0031%											
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - ovino	1,554.10	1,202.32	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	0.00%	0.54%	0.00%	0.08%	0.0001%											
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - caprino	213.67	197.37	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	0.01%	0.0000%											
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - llama y alpaca	716.09	911.27	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	0.00%	0.41%	0.00%	0.06%	0.0000%											
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - caballos	309.97	198.94	ND	50.00%	50.00%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	ND	0.0000%											

Código de la categoría IPCC	Categoría del IPCC	Gas	C		D		E	F	G	H	I	J	K	L	M
			Emisiones o remociones año base		Emisiones o remociones año t		Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la Varianza por Categoría en el año 2016	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$(G \cdot D)^2 / (\Sigma D)^2$	Nota B	D / ΣC	I · F	J · E · V2	K ² + L ²		
Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - mulas y asnos	CH ₄	191.80	123.90	ND	50.00%	50.00%	0.000	0.00%	0.06%	0.00%	ND	0.0000%	
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - porcinos	CH ₄	17.19	19.00	10.00%	50.00%	50.99%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A1	Ganadería	Fermentación entérica - otros: cuyes	CH ₄	1.84	3.21	ND	50.00%	50.00%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	ND	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - ganado vacuno	CH ₄	104.66	117.06	0.08	0.25	26.85%	0.000	0.00%	0.05%	0.00%	0.01%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - ovino	CH ₄	35.29	27.93	10.00%	30.00%	31.62%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - caprino	CH ₄	6.38	6.52	10.00%	30.00%	31.62%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	ND	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - llama y alpaca	CH ₄	19.82	24.42	10.00%	30.00%	31.62%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - caballos	CH ₄	21.92	15.85	ND	30.00%	30.00%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	ND	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - mulas y asnos	CH ₄	13.65	9.88	ND	30.00%	30.00%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	ND	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - porcinos	CH ₄	18.10	21.01	10.00%	30.00%	31.62%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - aves	CH ₄	11.01	20.16	5.00%	30.00%	30.00%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - otros: cuyes	CH ₄	1.84	3.21	ND	30.00%	30.00%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	ND	0.0000%	
3C1b	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Quema de biomasa en tierras de cultivo	CH ₄	40.69	57.35	10.00%	20.00%	22.36%	0.000	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3C1c	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Quema de biomasa en pastizales	CH ₄	743.02	771.79	12.50%	39.13%	41.08%	0.000	0.00%	0.35%	0.00%	0.06%	0.0000%	
3C7	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Arroz	CH ₄	743.77	1,084.91	10.00%	47.39%	48.43%	0.000	0.00%	0.49%	0.00%	0.07%	0.0000%	
4A	Desechos	Eliminación de Desechos Sólidos	CH ₄	3,352.02	3,979.47	72.11%	69.46%	100.12%	0.000	0.00%	1.79%	0.00%	1.82%	0.0333%	
4C2	Desechos	Incineración abierta de desechos	CH ₄	17.79	18.35	111.92%	100.00%	150.08%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.0000%	
4D1	Desechos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH ₄	1,034.14	1,265.11	58.74%	58.31%	82.76%	0.000	0.00%	0.57%	0.00%	0.47%	0.0022%	
4D2	Desechos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH ₄	266.26	695.23	103.08%	58.31%	118.43%	0.000	0.00%	0.31%	0.00%	0.46%	0.0021%	
		Total CH₄		22,133.11	27,236.48				0.000					0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Diésel	N ₂ O	101.17	191.20	4.82%	61.09%	61.28%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	0.01%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Petróleo industrial	N ₂ O	15.32	2.48	3.71%	405.00%	405.02%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Carbón mineral	N ₂ O	9.11	15.92	9.63%	405.00%	405.11%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Gas Natural	N ₂ O	0.69	33.48	3.72%	121.14%	121.20%	0.000	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Gas de refinería	N ₂ O	0.13	0.22	2.50%	405.00%	405.01%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.74	3.25	7.14%	221.34%	221.46%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Coque	N ₂ O	0.48	1.15	12.50%	405.00%	405.19%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Gasolina para motores	N ₂ O	49.16	82.50	4.80%	65.29%	65.47%	0.000	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Kerosene	N ₂ O	5.20	0.53	12.50%	405.00%	405.19%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Leña	N ₂ O	88.00	28.28	10.39%	405.00%	405.13%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Carbón vegetal	N ₂ O	0.73	0.50	12.50%	405.00%	405.19%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Biogasolina	N ₂ O	0.00	0.23	8.96%	287.10%	287.24%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Bosta/yareta	N ₂ O	13.26	8.90	12.50%	405.00%	405.19%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Bagazo	N ₂ O	5.80	30.12	8.91%	405.00%	405.10%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Biogas	N ₂ O	0.00	0.06	1.50%	405.00%	405.00%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Biodiésel	N ₂ O	0.00	27.29	4.94%	64.64%	64.83%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Queroseno para motor a reacción	N ₂ O	0.86	9.06	5.00%	40.00%	40.31%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Gasolina para la aviación	N ₂ O	0.00	0.08	5.00%	40.00%	40.31%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1A	Quema de combustibles	Fuelóleo residual	N ₂ O	1.40	1.68	5.00%	50.00%	50.25%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	Petróleo	N ₂ O	1.00	0.43	25.00%	393.75%	394.54%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	Gas Natural	N ₂ O	0.00	0.62	25.00%	294.71%	295.77%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
2B2	Procesos Industriales y usos de productos	Producción de Ácido Nítrico	N ₂ O	264.85	131.41	2.00%	40.00%	40.05%	0.000	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - ganado vacuno	N ₂ O	129.70	165.33	7.07%	53.04%	53.50%	0.000	0.00%	0.07%	0.00%	0.01%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - llama y alpaca	N ₂ O	137.70	157.79	10.00%	75.00%	75.66%	0.000	0.00%	0.07%	0.00%	0.01%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - porcinos	N ₂ O	22.06	24.38	10.00%	75.00%	75.66%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3A2	Ganadería	Manejo de estiércol - aves	N ₂ O	15.75	28.32	5.00%	75.00%	75.17%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3C1b	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Quema de biomasa en tierras de cultivo	N ₂ O	15.57	21.95	10.00%	20.00%	22.36%	0.000	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0000%	
3C1c	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Quema de biomasa en pastizales	N ₂ O	1,001.46	1,040.24	12.50%	47.62%	49.23%	0.000	0.00%	0.47%	0.00%	0.08%	0.0001%	
3C4	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	N ₂ O	6,626.31	7,709.86	16.85%	75.78%	77.63%	0.001	0.01%	3.47%	0.01%	0.83%	0.0068%	
3C5	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	N ₂ O	2,338.43	2,667.66	16.85%	151.52%	152.46%	0.000	0.00%	1.20%	0.00%	0.29%	0.0008%	
3C6	Fuentes agregadas y emisiones no-CO2 en otras tierras	Emisiones indirectas de N2O por manejo del estiércol	N ₂ O	142.43	209.30	4.21%	240.00%	240.04%	0.000	0.00%	0.09%	0.00%	0.01%	0.0000%	
4C2	Desechos	Incineración abierta de desechos	N ₂ O	5.57	5.21	111.92%	100.00%	150.08%	0.000	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%	
4D1	Desechos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	N ₂ O	325.25	412.64	32.87%	500.00%	501.08%	0.000	0.00%	0.19%	0.00%	0.09%	0.0001%	
		Total N₂O		11,318.13	13,012.07										
		Total	CO₂eq	222,413.80	205,294.17				40%					0.42%	
							Porcentaje de incertidumbre en el total del inventario:	63.18%				Incertidumbre en la tendencia:		6.45%	

ANEXO III. Procedimientos de Control de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas

A continuación, se presentan los procedimientos generales de control de calidad aplicados al RAGEI 2016 del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas.

Tabla 145. Procedimientos generales de control de calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que estén registrados y archivados correctamente.	Se verificó que los datos de actividad, los factores de emisión y otros parámetros (factores de conversión) han sido registrados y archivados correctamente.
Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna.	Se evitaron errores de transcripción cerciorándose que los datos de entrada están bien referenciados.
Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (fueran mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.	Se realizaron revisiones de datos aleatoriamente garantizando que estos han sido tomados correctamente.
Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y remociones.	Se reprodujeron una serie de cálculos de forma externa a los cálculos propios del RAGEI con fines comparativos y aseguramiento de cálculos realizados.
Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares al del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.	No se implementó.
Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos.	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas figuren en la planilla de cálculo.
Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos.	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas se apliquen consistentemente en la planilla de cálculo. Algunos errores fueron identificados en pleno proceso de cálculo obteniéndose resultados incoherentes.
Controlar que los factores de conversión sean correctos.	Los factores de conversión respecto a unidades fueron obtenidos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), por sus siglas en inglés). Los factores de conversión respecto a las propiedades de los combustibles se trabajaron en base a los datos que fueron entregados por los mismos productores de combustible.
Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.	No se implementó.
Confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.	Se constató a través de análisis de balance de masa, siempre que haya sido factible, que toda la información referida a niveles de actividad ha sido debidamente utilizada. Se compararon los valores utilizados para factores de conversión como poder calorífico y densidad con otras fuentes internacionales de manera que se asegura la utilización de datos coherentes.

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
	Se realizaron aleatoriamente algunos cálculos de forma independiente obteniéndose los mismos resultados que figuran en la planilla de cálculo utilizado.
Confirmar que las relaciones de los datos se encuentren bien representadas en la base de datos.	Se realizó la trazabilidad de los datos para de esta manera asegurar que los datos están bien representados.
Garantizar que los campos de datos estén bien identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas.	No se implementó.
Garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.	Toda la documentación referida a datos utilizados directa o indirectamente (como insumo para la estimación requerida) ha sido debidamente archivada por el compilador encargado de la DGEE
Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/remoción.	Se compararon resultados obtenidos en distintas fuentes de emisión de GEI que requieren del mismo factor de emisión o conversión de manera que se aseguró la coherencia de los mismos.
Controlar que los datos de emisiones y remociones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes.	No se implementó
Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y remociones entre los diferentes productos intermedios.	Se ha asegurado que los resultados obtenidos por primera vez han ido escalando de forma correcta hasta los resultados finales.
Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados.	No se implementó.
Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	No se implementó.
Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Se verificaron los cálculos realizados a través de una revisión minuciosa a los cálculos realizados.
De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).	No se implementó.
Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Se compararon los resultados de las emisiones de GEI según fuentes entre todos los inventarios desarrollados a manera de asegurar la coherencia entre dichos resultados.
Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	La serie de datos temporales se utilizó para garantizar la coherencia de los resultados.
Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos.	Se verificaron los cambios metodológicos en los inventarios actualizados.
Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	No se implementó.
Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir	Se identificaron fuentes que anteriormente no fueron consideradas, estas se han actualizado en todos los inventarios elaborados.

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
del año de base correspondiente, hasta el período del inventario actual.	
Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.	Se han considerado todas las fuentes de emisión de GEI aunque no al nivel de detalle requerido.
Proporcionar una definición clara de «Otro» tipo de categorías.	No se dio el caso
Controlar que se documenten los vacíos de datos conocidos que producen estimaciones incompletas, incluida una evaluación cualitativa de la importancia de la estimación respecto de las emisiones totales (p. ej., las subcategorías clasificadas como «sin estimar»)	No se implementó.
Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si hay cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o remociones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo.	Se han comparado los resultados obtenidos con los de inventarios anteriores, encontrándose valores cercanos y por tanto coherentes. Para los casos de valores irregulares se revisaron los datos de origen.
Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal. - ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados? - Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o remociones?	No se implementó.
Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.	Se verificó y se contrastó con los respectivos niveles de actividad.
Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, remoción e incertidumbre.	Se dispone de todas las referencias a la información utilizada en el RAGEI trabajado.
Comprobar que los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada.	Se dispone de una carpeta en donde se almacena toda la información digital utilizada para el proceso de cálculo del RAGEI.
Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario.	Una vez finalizado se creó una copia al informe elaborado y la planilla de cálculo empleado, ambos archivos poseen seguridad a través de una contraseña.
Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del inventario.	No se implementó.

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

Adicionalmente, se han considerado los siguientes procedimientos de control de calidad:

Tabla 146. Procedimientos generales de control de calidad adicionales

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
Control de calidad de los factores de emisión por defecto	
Al utilizar factores de emisión por defecto del IPCC, es una buena práctica evaluar la aplicabilidad de estos factores a las circunstancias nacionales. Esta evaluación puede incluir el examen de las condiciones nacionales comparadas con el contexto de los estudios sobre los cuales se basaron los factores de emisión por defecto del IPCC. Si no hay información, esto debe ser considerado en el análisis e incertidumbre.	No se desarrolló esta acción
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica, aunque solo estén disponibles datos para un pequeño porcentaje de sitios o plantas).	No se disponen de factores de emisión de plantas productoras por lo que no se pudieron realizar comparaciones a ese nivel.
Control de calidad de la elaboración de factores de emisión nacionales – Gas Natural	
Los factores de emisión se basan en ensayos específicos del sitio o del nivel de la fuente, se debe controlar si el programa de medición incluyó los procedimientos de CC adecuados.	Los datos requeridos fueron obtenidos por la empresa Pluspetrol Perú Corporation S.A. No se consultó sobre la existencia de procedimientos de CC pero se comparó la coherencia con los datos obtenidos para los años 2005, 2010, 2012 y 2014.
Para uso de datos secundarios, tratar de determinar si las actividades de CC realizadas durante la elaboración original de los datos son coherentes con los procedimientos de CC y si se identificaron y documentaron las limitaciones de los datos secundarios.	No se desarrolló esta acción.
Analizar si los datos fueron sometidos a la revisión de los pares y registrar el alcance de dicha revisión.	No se desarrolló esta acción.
Investigar la existencia de posibles conflictos de interés.	El desarrollo de este factor de emisión no genera ningún conflicto de interés.
Comparar los factores específicos del país con los factores de emisión por defecto del IPCC pertinentes. Las diferencias sustanciales deben explicarse o determinar si es un problema de calidad de la información.	Se comparó el valor obtenido con el valor por defecto del IPCC obteniéndose una variación de +0.05%.
Comparaciones de factores de emisión entre países (comparables), las cuales puede combinarse con tendencias históricas trazando, para diferentes países, el valor del año de referencia (p. ej. 1990), el valor del año más reciente y los valores mínimo y máximo.	No se desarrolló esta acción
Comparar los factores de emisión por defecto del IPCC con factores del nivel del sitio o de la planta, para determinar su representatividad respecto de las fuentes reales del país (aplica,	No se disponen de factores de planta por lo que no se realizó esta acción.

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
aunque no estén disponibles para todos los sitios o plantas).	
Control de calidad de datos de actividad a un nivel nacional.	
Evaluar y documentar las actividades de CC asociadas al dato nacional, determinando si cumple con los procedimientos de CC general del inventario	Se realizaron acciones de verificación de transcripción de los datos a través de muestreo aleatorio y análisis de balance de masa.
Siempre que sea posible, debe efectuarse un control de comparación de los datos de la actividad nacional con fuentes de datos de la actividad compilados en forma independiente. Ej. datos de estadística ganadera con estadísticas de FAO o consumos de combustible con los datos de Agencia Internacional de Energía (AIE).	<p>Los datos de actividad en su mayoría han sido obtenidos de fuentes primarias, de las que se desconoce si tras esta existe o no un adecuado control de la calidad.</p> <p>No se realizaron comparaciones con fuentes internacionales.</p>
Comparaciones con muestras a nivel sub-nacional o a nivel de plantas. Deben ser representativas y que la técnica de extrapolación capture bien la población total analizada.	Se compararon algunos datos entre diferentes fuentes, por ejemplo, los datos de consumo de combustible para la generación de electricidad obtenidos del anuario Estadístico de Electricidad versus los del Comité de Operaciones Económicas del Sistema Interconectado Nacional encontrándose pocas diferencias. Según la opinión de un especialista técnico de la Dirección General de Electricidad, sucede que: “la Dirección General de Electricidad en el marco de sus funciones y las disposiciones normativas vigentes, recibe información mensual de las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras sobre las estadísticas del desarrollo de sus actividades en el mercado eléctrico, cuya cobertura es a nivel nacional. En cuanto a la información que proporciona el COES, entendemos que solo se circunscribe a las unidades generadoras que están asociadas a dicho Organismo, que, si bien es cierto, a nivel de energía su representatividad es significativa, no cierra el universo de todas las empresas y unidades que participan en el país”.
Controlar de tendencia de los datos de la actividad. Dado que se suponen cambios relativamente coherentes año a año, todo cambio sustancial debe documentarse y de ser posible explicar la ausencia de errores.	Se compararon los datos de actividad con los datos históricos (ver capítulo 4.5) para identificar posibles irregularidades entre los datos. Los datos siempre han sido a nivel nacional obtenidos de la misma fuente.

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

ANEXO IV.a Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – US EPA

Tabla 147. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
1	General/ Transversal para el sector energía Combustión estacionaria		<p>Transparencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El informe de combustión estacionaria y emisiones fugitivas <u>está muy bien presentado y de una manera muy clara.</u> • Tiene un buen resumen ejecutivo y los capítulos ofrecen un buen nivel de detalle sectorial. • La Tabla 1 en el resumen ejecutivo presenta: “Medidas de mejora implementadas en el RAGEI (2014) basadas en la revisión del equipo sectorial.” Esto hace que sea más visible el progreso realizado en la elaboración del inventario, desde la última versión del inventario. • Perú ha desarrollado una serie de hojas de cálculo para realizar las estimaciones de emisiones sectoriales. Estas representan un excelente enfoque para registrar el enfoque utilizado para realizar las estimaciones de emisiones GEI. 	<p>Transparencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener esta calidad • Mantener esta calidad • Mantener esta calidad • Asegurarse que las fuentes de datos de actividad y factores de emisión sean claramente enlistadas en las hojas de datos. Asegurarse que los factores de emisión del IPCC hayan sido claramente identificados y referenciados a las tablas de buenas prácticas del IPCC. • Asegurar que los factores no hayan sido incluidos en las fórmulas, pero hayan sido utilizados utilizando Rangos de celdas con título. • Perú debe declarar qué potenciales de calentamiento global están utilizando. 	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo, se mantiene - De acuerdo, se mantiene - De acuerdo, se mantiene - Fuentes de los datos de actividad están bien referenciados. - De acuerdo - Se declaran los potenciales de calentamiento global utilizados.

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<ul style="list-style-type: none"> Perú no incluye qué potenciales de calentamiento global han utilizado. 		
			<p>Coherencia (Coherencia en series temporales):</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú indica que necesita analizar la coherencia de series temporales de los balances nacionales de energía. Perú indica que las emisiones GEI han sido estimadas utilizando la Guía N° 1: Elaboración del informe anual de gases de efecto invernadero y emisiones fugitivas, así como también las directrices 2006 del IPCC. Perú presenta secciones específicas en el informe sobre la coherencia de series temporales. Perú indica que no ha actualizado las emisiones de 1994 ya que, hasta la fecha, los datos y los métodos utilizados para el cálculo no han sido obtenidos. Se está considerando actualizar las estimaciones de este año si los datos pueden ser referenciados. 	<p>Coherencia (Coherencia en series temporales):</p> <ul style="list-style-type: none"> Esto es importante y debería priorizarse. Los esfuerzos deben enfocarse en los años más recientes del inventario y cualquier año que haya sido utilizado para las líneas base de esfuerzos de mitigación. Este enfoque asegurará que se mantenga la coherencia de series temporales. Definir de manera clara, cuáles ecuaciones se han utilizado para realizar las estimaciones de emisiones. Perú debe continuar suministrando esta información. Nosotros recomendamos que Perú de prioridad en el desarrollo de estimaciones de emisiones GEI para años más recientes, y una vez que el año reciente estén completos y sean exactos, entonces deberá priorizarse re-evaluar el año 1994. 	<ul style="list-style-type: none"> Se han realizado esfuerzos para todos los inventarios anteriormente elaborados. De acuerdo De acuerdo, las ecuaciones figuran en el reporte. De acuerdo De acuerdo, se han priorizado las estimaciones desde el año 2000 hacia adelante.

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>Exactitud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú indica que necesita considerar las buenas prácticas del IPCC para asegurar que no existe una doble contabilización. Perú ha finalizado un estimado de la incertidumbre utilizando el enfoque 1 del IPCC sobre propagación de error para 1A (Actividades de quema de combustible) – La fuente más grande en este sector. Esto ayuda de sobremanera para entender las fuentes asociadas con las incertidumbres más grandes y ayuda a priorizar las actividades del desarrollo del inventario. Perú no ha realizado un análisis de categorías principales. 	<p>Exactitud:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las directrices del IPCC indican que es importante evitar la doble contabilización. Si se revisan los datos del balance de energía y la comunicación entre expertos sectoriales, y se realiza el enfoque de referencia del IPCC, podrá ayudar a identificar cualquier doble conteo. Los estimados de incertidumbre asociados a las emisiones CH₄ y N₂O en 1A1ai parecen ser muy bajos, y deberían ser revisados. Los estimados de incertidumbre en la Tabla 8 del resumen ejecutivo para N₂O parecen ser muy altos y deberían de ser revisados, o quizás exista un error tipográfico. Es particularmente importante que se realice un análisis de categorías principales. Esto ayudará a priorizar las mejoras al inventario GEI nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo - Se revisaron los factores de emisión, estos son de baja incertidumbre porque los datos de actividad corresponden a: por sondeo. - Se revisó dicha sección. - Esta acción es de competencia del compilador del inventario nacional de GEI.
			<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú no ha completado un cálculo con el método de referencia según el capítulo 6 del volumen 2 de las directrices 2006 del IPCC. Perú ha finalizado un análisis de incertidumbres 	<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Completar un cálculo con el método de referencia es una tarea importante porque es clave en el control de calidad en la evaluación del inventario de CO₂ del Perú. Perú podría utilizar el software del IPCC 2006 que contiene un módulo para método de referencia, y es sencillo de utilizar. Esto es una buena práctica y ayuda a priorizar mejoras en el inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se ha realizado el método de referencia. - Se ha realizado nuevamente el análisis de la incertidumbre.

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>cubriendo todas las categorías principales del sector energía, siguiendo las metodologías del IPCC. Este análisis incluye la incertidumbre en los niveles y en la tendencia.</p>		
			<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las directrices 2006 del IPCC han sido utilizadas como la base para la metodología de cálculo. Esto ayuda que el inventario GEI del Perú sea comparable con otros inventarios GEI elaborados por las Partes de la UNFCCC. En algunas instancias existen limitaciones en los datos del balance nacional de energía que afectan el nivel sectorial que podría ser suministrado. Por ejemplo, el uso de combustibles a nivel comercial y residencial no pueden ser separados del balance nacional de energía. 	<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Esto es una Buena práctica. Perú debe continuar hacienda esto. Intentar mejorar la comparabilidad con otros inventarios nacionales mediante la separación el uso de combustibles, lo que también mejoraría la exactitud a nivel sub-sector. Entender el uso de combustible a nivel residencial es particularmente importante para implementar medidas de eficiencia energética. 	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo. Se mantiene. - Se han trabajado los niveles de actividad de manera que se ha separado la data del sector residencial y el comercial, tal como se requiere según las Directrices del IPCC.
			<p>Control de la calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Existe una clara evidencia que el Perú ha pensado sobre las medidas de 	<p>Control de la calidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú debe intentar implementar estos pasos. Perú debería concentrarse en realizar revisiones de los balances de 	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo. El área de planeamiento revisará la tabla 60 indicada y evaluará

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>control de calidad requeridas. La Tabla 60: “Procedimientos del control de calidad para fuentes estacionarias” establece estos pasos.</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 5.2.8, Perú identifica la necesidad de una revisión externa por expertos (Revisión de pares). Esto es un paso de las buenas prácticas del IPCC. Perú también quiere involucrar a los sectores público y privado. 	<p>provisión y entrega de combustible, y verificar las estimaciones de combustibles consumidos en la industria.</p> <ul style="list-style-type: none"> Nosotros alentamos esta actividad de revisión de pares, así como también el involucramiento de los sectores público y privado. Las revisiones que se han llevado a cabo necesitan ser registradas, así como también se debe presentar un resumen a un alto nivel en la tabla. 	<p>su incorporación para el desarrollo del Balance Nacional de Energía. Es preciso señalar, que en el marco de la elaboración del BNE2017 se realizaron acciones de mejora metodológica, que han permitido mejorar la data sectorial, lo cual será incorporado en el próximo RAGEI.</p>
2	Combustión estacionaria	Circunstancias Nacionales	<p>Transparencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> La sección 3.5 del resumen ejecutivo presenta el enfoque planeado para desarrollar el proceso del RAGEI. El detalle no se reproduce aquí. Los roles y responsabilidades, y los arreglos institucionales aparentan ser razonablemente claros. La sección 3.5 del resumen ejecutivo, Tabla 16 presenta el sistema del archivo digital del RAGEI – 2014. Las secciones presentan un “análisis de los resultados” 	<p>Transparencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú podría elaborar un diagrama para mostrar como los arreglos institucionales funcionan en la práctica. También podría indicarse cómo se institucionaliza el proceso de finalización, verificación y reporte del inventario nacional. Es importante que un registro sea elaborado cada vez que el inventario se actualice, para tener una “fotografía” de todo el material que se ha utilizado para cada inventario en específico. Perú debe continuar suministrando la explicación sobre la tendencia de emisiones, el cual ayuda a gestionar la calidad de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo. Se explica en este reporte el proceso de elaboración del inventario. - De acuerdo, registro fue elaborado. - De acuerdo.

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			el cual ofrece una idea de los motivos de las tendencias.		
			<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las emisiones GEI indirectas no fueron estimadas. 	<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> La falta de estimados de emisiones GEI indirectas no es una limitación mayor, pero alentamos a Perú a considerar si se podrían estimar las emisiones indirectas. Se podría utilizar el software del IPCC 2006 para realizar estas estimaciones ya que el software incluye factores de emisión para emisiones indirectas. Estimar las emisiones GEI indirectas podría también a ayudar a crear conexiones con inventarios de calidad de aire. Desarrollar estimados de la incertidumbre para asegurar que las emisiones en el 1B (Emisiones fugitivas) estén completas. Perú indica que necesitan ayuda con esto, pero no está totalmente claro en qué categorías están teniendo problemas. Las emisiones de minas subterráneas abandonadas no han sido reportadas – pero si las minas están inundadas por completo, entonces no existen emisiones fugitivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Por primera vez se han estimado las emisiones de gases precursores, las mismas que incluyen: Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM). Se sostuvo una reunión de trabajo con los profesionales de la dirección competente dentro del MINEM, donde se acordó en revisar y gestionar acerca de la existencia de información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas. Esperamos alcanzar un mayor detalle de esta actividad para el desarrollo del próximo RAGEI.

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las secciones ofrecen un “análisis de los resultados”, el cual da una idea de los motivos de las tendencias. 	<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Debería considerarse proporcionar cálculos de los factores de emisión implícitos para los combustibles, con el fin de ayudar a mejorar la comparabilidad con otros inventarios GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> El reporte incluye el cálculo del factor de emisión estimado para el gas natural (quema). Este es el único calculado.
3	Combustión Estacionaria	Método	<p>Exactitud:</p> <ul style="list-style-type: none"> El reporte comienza “Las emisiones nacionales GEI presentadas han sido estimadas utilizando la guía N ° 1: Elaboración del informe anual de los gases de efecto invernadero del sector energía, categorías, categorías: Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (aprobadas por la resolución Ministerial N ° 168-2016-MINAM, dentro del marco de implementación del INFOCARBONO) y las directrices 2006 del IPCC. Específicamente referido a energía, el volumen 2, capítulos 2, 4 y 6 han sido utilizados para estimar las emisiones de combustión estacionaria, emisiones fugitivas y las emisiones 	<p>Exactitud:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de las directrices 2006 del IPCC ayudarán a asegurar la exactitud de los estimados de emisiones. Perú debería comparar el factor específico nacional de gas natural con aquel factor por defecto del IPCC incluido en las directrices 2006 del IPCC, y comentar sobre como este factor se encuentra dentro del rango de los valores por defecto, y si no se encuentra, comentar por qué no se encuentra en este rango. Perú debe confirmar el estatus de emisiones CH₄ derivadas de minas subterráneas de carbón. Estos factores ayudan a suministrar suficiente exactitud. 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo, se sigue lo señalado en las directrices del IPCC (2006). Se ha realizado la comparación del factor de emisión nacional estimado para quema de gas natural con el proveído por el IPCC (por defecto). Se sostuvo una reunión de trabajo con la dirección competente dentro del MINEM. Respecto a conocer el nivel de profundidad de las minas de carbón subterráneas para determinar el valor de factor de emisión a considerar, esta información no es reportada por las empresas

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>según el método de referencia respectivo”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se utilizaron factores de emisiones específicos a nivel país para gas natural. Esto es bienvenido y ayudará a mejorar la exactitud de los estimados GEI de esta fuente. • Algunas notas al pie de las tablas En la sección 4.1 “Emisiones sectoriales del año 2014” del resumen ejecutivo, indican limitaciones en las metodologías actuales las cuales pueden afectar la exactitud y la exhaustividad. • Perú puede asumir que no existen emisiones CH₄ de minas subterráneas de carbón. • Perú normalmente utiliza los métodos IPCC de Nivel 1 de las directrices 2006 del IPCC. 		<p>mineras en el marco del sistema establecido por el MINEM (Declaración Anual Compartida).</p>

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la sección 4.1 [emisiones sectoriales para el año 2014] del resumen ejecutivo, algunas notas al pie en las tablas indican que existen limitaciones en la metodología actual que pueden afectar la exactitud y exhaustividad. Perú indica sobre algunas fuentes dentro de la categoría de emisiones fugitivas que “no tienen información”, por lo tanto, no se han estimado. 	<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Entendido Perú debería intentar encontrar datos de actividad para estas fuentes. Si no existen sets de datos de actividad para estas fuentes, el Perú podría en este caso utilizar datos de proxy para estimar los niveles de actividad. Es improbable que este enfoque produzca estimados precisos, pero ayudará a tener un inventario completo. La exhaustividad es mucho más importante en esta etapa del desarrollo del inventario del Perú. 	<ul style="list-style-type: none"> Se sostuvo una reunión de trabajo con los profesionales de la dirección competente dentro del MINEM, donde se acordó en revisar y gestionar acerca de la existencia de información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas. Esperamos alcanzar un mayor detalle de esta actividad para el desarrollo del próximo RAGEI.
			<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se utilizan metodologías incluidas en las directrices 2006 del IPCC. Esto maximiza la comparabilidad con inventarios de otros países. 	<p>Comparabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú debería continuar utilizando las directrices 2006 del IPCC. 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo
4	Combustión estacionaria	Factor de emisión	<p>Transparencia</p> <ul style="list-style-type: none"> Factores de emisión por defecto han sido utilizados en base a las directrices 2006 del IPCC. Los factores utilizados son reproducidos en el informe. 	<p>Transparencia</p> <ul style="list-style-type: none"> No se encontraron errores en las revisiones llevadas a cabo sobre estos factores (CO₂, CH₄, N₂O) en base a las directrices 2006 del IPCC. Es una Buena práctica mantener las mismas unidades utilizadas en las directrices 2006 del IPCC a través de todos los cálculos del inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo De acuerdo Se ha realizado la comparación entre los valores de las densidades

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<ul style="list-style-type: none"> En algunos casos, los valores de calor neto de las directrices 2006 del IPCC han sido recalculados a unidades imperiales. En algunos casos, se han utilizado las densidades específicas de combustible por país. 	<ul style="list-style-type: none"> Es una Buena práctica comparar las densidades de los combustibles con los valores por defecto del IPCC. 	
			<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perú no ha podido estimar las emisiones de CH₄ de minas de carbón o quizás minas cerradas de carbón. Existe cierta ambigüedad en el informe. El informe indica que quizás pueda existir datos medidos disponibles para 1B2a venteo y la quema en antorcha, producción y refinación. 	<p>Exhaustividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> La producción de minería de carbón del Perú parece ser pequeña en comparación al total de carbón que Perú consume (al menos en el 2006). Esto sugiere que las emisiones derivadas de la minería de carbón pueden no ser grandes para Perú. Perú puede hacer un estimado aproximado de las emisiones de CH₄ basado en las cantidades total de carbón extraídas https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2006/myb3-2006-pe.pdf Perú podría investigar si estos datos medidos pueden ser utilizados para verificar las estimaciones de emisiones GEI. Este no es un tema prioritario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se sostuvo una reunión de trabajo con los profesionales de la dirección competente dentro del MINEM, donde se acordó en revisar y gestionar acerca de la existencia de información necesaria para determinar las emisiones fugitivas por minas subterráneas abandonadas. Esperamos alcanzar un mayor detalle de esta actividad para el desarrollo del próximo RAGEI. - En el marco del desarrollo de los BNE se buscará gestionar esa información.
			Comparabilidad:	Comparabilidad:	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo, se mantiene

N°	Categoría del IPCC	Categoría metodológica	Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Acciones tomadas
			<ul style="list-style-type: none"> Se utilizan factores por defecto de las directrices 2006 del IPCC. 	<ul style="list-style-type: none"> Esto ayuda a la comparabilidad con otros inventarios nacionales. 	
5	Combustión estacionaria	Datos de actividad	Transparencia: <ul style="list-style-type: none"> Los datos de actividad detallados se encuentran en las hojas de cálculo. 	Transparencia: <ul style="list-style-type: none"> Perú debería asegurarse que la Fuente de los datos de actividad esté claramente registrada en las hojas de cálculo. 	- De acuerdo. Datos de actividad están claramente registrados.
6	Combustión estacionaria	Reporte	Transparencia <ul style="list-style-type: none"> El informe en general es transparente, con claras evidencias que se han seguido las directrices 2006 del IPCC. 		
			Exhaustividad: <ul style="list-style-type: none"> El informe cubre la mayoría del material requerido para un informe del inventario completo 	Exhaustividad: <ul style="list-style-type: none"> Perú deberá completar y documentar el análisis de categorías principales. 	- Se está considerando el análisis de categorías principales según las fuentes de GEI consideradas en este reporte.

Fuente: DGEE-MINEM, 2020

ANEXO IV.b Procedimientos de Garantía de Calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas – Revisores de inventarios CMNUCC

Tabla 148. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
Datos de actividad	Evaluación de la variable de actividad: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) cobertura (si cubre el 100% de la actividad y si hay subestimación o doble contabilidad), iii) consistencia temporal	-	-
		<p>Enfoque de referencia</p> <p>La diferencia entre el enfoque de referencia y el enfoque sectorial es de un 26.2% para el año 2016. Esta diferencia puede indicar un problema significativo en los datos utilizados. A partir de esta diferencia, se ha identificado una discrepancia entre los consumos a nivel de combustible de la tabla de balance energético (Balance energético consolidado, página 117 de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/BE 2016.pdf).</p> <p>Durante la revisión, el equipo de inventario proporcionó información sobre el motivo de algunas discrepancias (el dato de producción de gas natural utilizado en el enfoque de referencia puede no haber sido el adecuado; adicionalmente, en el caso del combustible de aviación, el balance energético no descuenta el consumo para aviación internacional), pero no se pudieron identificar los motivos para las diferencias de consumo de todos los</p>	<p>Se requiere verificar cuál es el consumo agregado de cada combustible del balance energético, y comparar el consumo del balance energético con el consumo agregado a nivel de combustible del inventario (incluyendo todas las actividades de consumo de combustibles, incluyendo combustión móvil). Este tipo de comparaciones son necesarias para verificar que el inventario no está omitiendo consumo de combustibles en alguna actividad. Se recomienda incluir esta comparación como una actividad QC específica del inventario.</p> <p>Se requiere actualizar el enfoque de referencia con la información de producción y consumo consolidada.</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	
		<p>combustibles entre las dos fuentes (balance energético vs enfoque sectorial del inventario).</p> <p>El balance energético contiene la información oficial agregada con respecto al consumo de combustibles del país. Podría haber diferencias entre los consumos totales de combustibles del BE y los consumos considerados en el inventario, pero debemos ser capaces de explicar las diferencias entre las fuentes. Se adjunta una tabla comparativa de combustibles más abajo.</p> <p>En el caso del gas natural es especialmente relevante por su magnitud en el país. Se requiere conocer de forma detallada el consumo aparente del gas natural (producción, exportaciones e importaciones), y definir el consumo a nivel de actividad (en centrales eléctricas, sector residencial, etc.), particularmente los 588,387 TJ en plantas de gas.</p>		
		<p>Perú descuenta las proporciones biogénicas de los combustibles fósiles y estima sus emisiones de forma separada. Sin embargo, las emisiones de CH₄ y N₂O de los biocombustibles no se están considerando en los totales (y deberían considerarse, según el capítulo 2 del volumen 2 de IPCC 2006).</p>	<p>Se recomienda incluir las emisiones de metano y N₂O en los totales del inventario.</p>	
		<p>En la categoría 1A3ei se está considerando el consumo de combustibles para el transporte por tuberías. Sin embargo, se ha identificado que ese consumo de combustible se está teniendo</p>	<p>Se recomienda evitar la doble contabilidad de los combustibles. La regla general de IPCC 2006 es reportar las emisiones donde se consumen, de</p>	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
		en cuenta en la categoría de uso de combustibles para uso propio (1A1ai). De este modo, existe una doble contabilidad en el inventario.	modo que se recomienda reportar sólo en la categoría 1A3ei.
		No está claro si se utilizan todo el consumo propio del balance energético. Los consumos están en la pestaña IB 1A1ai y aii-1A1b-1A1ci y cij, filas 770. Y su estimación en la pestaña IP 1A1ai y aii-1A1b-1A1ci y cij, 477-499. Los consumos de las celdas R770 e I770 no se contabilizan.	Se recomienda revisar que todo el consumo propio del balance energético se considera en el inventario.
		Se ha identificado que, en el año 2012, el 1A1ai localiza un tipo de combustible llamado OT y OT1 que no se contabilizan en el inventario.	Se recomienda revisar por qué no se consideran estos combustibles y ajustar el inventario, en su caso.
		En el INGEI 2010 y 2005 hay una incoherencia en los datos de emisiones para el 1A1ai. Al dividir el biocombustible (DB2) en diesel y biodiesel se extrae la parte correspondiente de BD del DB2: $BD = DB2 * 0.002$, pero no extraen ese dato del diesel, sacan las emisiones del D2 sin haber realizado la correspondiente operación: $D2 = DB2 - (DB2 * 0.002)$, en lugar de eso lo hacen: $D2 = DB2$.	Se recomienda revisar y ajustar el inventario, en su caso.
		Para la categoría 1A1aii: Generación combinada de calor y energía (CHP) las emisiones dejan de ser calculadas desde el año 2014 hacia atrás. En los cálculos del RAGEI se especifica que esta industria es la central C.T. Paramonga que opera para la empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A., para la cual se tiene información en dichos archivos hasta el año 2010, por lo que	Se recomienda revisar y ajustar el inventario, en su caso.

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	
		podrían calcularse las emisiones de esta categoría hasta el año indicado. Sin embargo, esto no se ha realizado.		
		En INGEI 2005-Energía (fuentes estacionarias y emisiones fugitivas), pestaña InfoProc 1A1a-b celda D732. Refinerías. No se suman todas las refinerías de la tabla superior. Se dejan la refinería la pampilla SA. Celdas B486:K489.	Se recomienda revisar y ajustar el inventario, en su caso.	
		En el año 2014 se reportan emisiones de CO ₂ en la categoría 1B1a, mientras que en el resto de la serie no se reportan. CO ₂ es una fuente de emisión en minería subterránea. Sin embargo, IPCC 2006 no proporciona factores de emisión.	Considerar el uso de los factores de emisión de CO ₂ para minería subterránea del refinamiento de las guías IPCC (el uso del refinamiento de las guías IPCC no es obligatorio).	
		La serie temporal de emisiones de CH ₄ en la categoría 1A2m puede no ser consistente. Hay un salto en el año 2010 que se requiere revisar.	Revisar la serie de emisiones de metano en la categoría 1A2m.	
Documentación de los Datos de Actividad	Describir y evaluar el modo de documentar las fuentes de información en los Datos de Actividad y en los supuestos empleados en este aspecto (si es requerido)	Las fuentes y las suposiciones sobre los datos de actividad se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	
Factores de emisión	Evaluación de los factores de emisión: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) comparación con el IPCC 2006, iii) coherencia temporal	Los factores de emisión utilizados son consistentes con las buenas prácticas IPCC 2006.	-	
Documentación de los Factores de Emisión	Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión utilizados y, sobre las suposiciones, realizadas a este respecto (si es necesario)	Las fuentes y supuestos sobre los FE y otros parámetros se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	
Documentación de la metodología	Describir si la documentación de la metodología utilizada es adecuada para la categoría correspondiente, es decir: definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3), si se presenta la ecuación y/o el modelo utilizado y si se explica cada una de sus variables.	La metodología utilizada para todas las categorías se documentó de manera transparente en las hojas de cálculo. Se describieron adecuadamente todos los niveles y variables de los niveles.	-	
Aplicación de la metodología	Definir si se realizó una interpretación adecuada de la metodología, de manera que haya coherencia entre lo que se espera con el método y el cálculo realizado. En este punto es importante mencionar si los supuestos utilizados están documentados (si es necesario) y si son coherentes	La descripción de la metodología y su aplicación fueron coherentes. Hubo una mala interpretación del enfoque de referencia, en el que se consideraron las emisiones fugitivas y las emisiones de CO ₂ de la biomasa en su comparación con el enfoque sectorial.	Se recomienda no incluir las emisiones fugitivas ni las emisiones de CO ₂ de la biomasa en la comparación con el enfoque de referencia.	
Comentarios generales	Documente cualquier otra observación que no se encuentre en los elementos anteriores. Por ejemplo, sobre la coherencia de la magnitud de los resultados, etc.	La transparencia de las hojas de cálculo que contienen los datos de actividad, las hipótesis, los factores de emisión, otros parámetros y las emisiones fue muy buena. Sin embargo, la revisión de las diferentes categorías se hace muy difícil por el hecho de tener un archivo Excel por año. Asimismo, el hecho de separar el consumo de combustibles entre combustión estacionaria y móvil dificulta el aseguramiento de la calidad.	Se recomienda mejorar el archivo Excel "Resumen - Energía", incluyendo la variable de actividad, las emisiones y el factor emisión implícito de cada todas las categorías emisoras del sector energía (combustión estacionaria y combustión móvil) para todos los años de la serie, así como las tablas de reporte consolidadas (de todo el sector energía). Esta mejora del archivo debe ser utilizada en las actividades de control y garantía de calidad (QA/QC) del inventario, para asegurar la consistencia de la serie temporal de las emisiones estimadas.	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
Ajusto realizado	Explicación del ajuste realizado, las razones, las fuentes de datos utilizadas y el método aplicado para el ajuste y la mejora prevista del inventario de GEI	Los hallazgos descritos más arriba conllevarán ajustes del inventario nacional. -	
Recomendaciones para la mejora continua	Respecto de cada categoría con posibilidades de mejora pero que no pudo ser ajustada, indique cualquier recomendación para mejorar la calidad o reducir la incertidumbre en los inventarios posteriores.	Hay tres hallazgos y recomendaciones de mejora especialmente relevantes: <ul style="list-style-type: none"> - Incorporar en las actividades de control y garantía de calidad (QA/QC) del inventario una comparación entre los consumos agregados de combustibles del sector energía con los consumos agregados del balance energético - Incorporar en las actividades QA/QC del inventario una comparación entre las emisiones obtenidas utilizando el tier 3 de transporte con el tier 1 - Estimar y reportar las emisiones de metano y N2O de combustibles biomasa y biocombustibles 	

ANEXO VV. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil

Los procedimientos específicos de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 aplicados se describen a continuación:

Tabla 149. Procedimientos específicos de control de calidad – Aviación civil

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de emisiones a través de métodos alternativos: Si se utilizan métodos de nivel superior, el compilador debe comparar los inventarios con las estimaciones de niveles inferiores. Toda anomalía existente entre las estimaciones de emisión debe investigarse y explicarse. Deben registrarse los resultados de esas comparaciones para documentación interna.</p>	<p>Se estimó las emisiones de CO₂ para Aviación Nacional empleando la metodología de Nivel 1 y el Nivel 3 de las Directrices del IPCC de 2006, obteniéndose como resultado 1054.06 GgCO₂ y 1074.07 GgCO₂, respectivamente. La diferencia entre ambos resultados es de 1.86% lo que significa que la estimación de emisiones con ambas metodologías es aproximada y coherente.</p>
<p>Revisión de los factores de emisión Si se utilizan factores nacionales en vez de los factores por defecto, se debe referir directamente la revisión de CC asociada con la publicación de los factores de emisión e incluirla en la documentación de GC/CC, para garantizar que los procedimientos sean coherentes con la buena práctica. De ser posible, los compiladores de los inventarios deben comparar los valores por defecto del IPCC con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables. Si se desarrollaron las emisiones procedentes del sector militar usando datos diferentes de los factores por defecto, se debe controlar la exactitud de los cálculos, y la aplicabilidad y pertinencia de los datos.</p>	<p>Las emisiones de CO₂, CH₄ N₂O se estimaron utilizando los factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 (excepto en aviación nacional). Por lo tanto, no fue necesario realizar un proceso de revisión.</p> <p>Las emisiones de CO₂ de aviación nacional se estimaron aplicando la metodología de EMEP/CORINAR. Esta metodología calcula la cantidad de combustible consumido por las aeronaves y emisiones de CO₂. Por lo tanto, no fue necesario realizar un proceso de revisión de los factores de emisión.</p>
<p>Verificación de los datos de la actividad Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría de fuente. De ser posible, el compilador del inventario debe comparar los datos actuales con los datos históricos de la actividad o las salidas del modelo para detectar posibles anomalías. Al elaborar las estimaciones del inventario, el compilador debe garantizar la fiabilidad de los datos de la actividad usados para diferenciar las emisiones de la aviación de nacional de la internacional.</p>	<p>Se verificó que los datos ingresados tengan coherencia en las series temporales. Además, se garantiza que los datos de actividad están diferenciados para las emisiones nacionales de las internacionales.</p>

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Tabla 150. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte Terrestre

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de emisiones a través de métodos alternativos: Para el caso de las emisiones de CO₂, el compilador debe comparar las emisiones usando las estadísticas del combustible y los datos de los kilómetros recorridos por los vehículos. Toda anomalía existente entre las estimaciones de emisión debe investigarse y explicarse. Deben</p>	<p>Se comparó las emisiones de CO₂, con el consumo de combustible de los vehículos por tipo de combustible; confirmando que no se presenta ninguna anomalía en las emisiones estimadas.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
registrarse los resultados de esas comparaciones para documentación interna.	
Revisión de los factores de emisión Si se utilizan los factores de emisión por defecto, el compilador del inventario debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a las categorías. De ser posible, deben compararse los factores por defecto con los datos locales para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables.	Se garantizó que los factores de emisión seleccionados y utilizados, corresponden correctamente a la estimación de emisiones de cada fuente. El Factor de Emisión del CO ₂ del Gas Natural, fue revisado por el MINEM.
Verificación de los datos de la actividad El compilador debe revisar la fuente de los datos de la actividad para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, el compilador debe comparar los datos con los datos históricos de la actividad o las salidas del modelo para detectar posibles anomalías.	Se verificó que los datos ingresados están correctamente inscritos en las hojas de cálculo, garantizando que tienen coherencia en las series temporales.
Revisión externa El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis y la documentación del inventario de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los expertos que estén familiarizados con la categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario. El desarrollo de factores de emisión de CH ₄ y N ₂ O resulta de especial importancia debido a las grandes incertidumbres de los factores por defecto.	No se realizó.

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Tabla 151. Procedimientos específicos de control de calidad en ferrocarriles

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
Revisión de los factores de emisión El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. Para los factores por defecto del IPCC, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría. De ser posible, deben compararse los factores por defecto del IPCC con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables y razonables	Se controló que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de emisión adecuados para la fuente de ferrocarriles, por tipo de combustible.
Control de los datos de la actividad Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos de la actividad históricos o con las salidas del modelo, para detectar anomalías. Es posible controlar los datos con los indicadores de productividad tales como el combustible por unidad de distancia de desempeño del ferrocarril (kilómetros de carga y con pasajeros) en comparación con otros países y a través de distintos años.	Se verificó la veracidad, con las fuentes principales, de los datos ingresados. De esta manera se garantizó la coherencia en las series temporales (año 2000, 2005, 2010 2012, 2014 y 2016)

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Tabla 152. Procedimientos específicos de control de calidad en Navegación marítima y fluvial

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de emisiones a través de métodos alternativos: De ser posible, el compilador del inventario debe comparar las estimaciones determinadas para la navegación marítima y fluvial usando los métodos de Nivel 1 y 2. Debe investigar y explicar toda anomalía existente entre las diversas estimaciones de emisiones. Es preciso registrar los resultados de esas comparaciones.</p>	<p>No ha sido posible realizar esta comparación, ya que las emisiones en esta subcategoría se han estimado empleando solo la metodología de Nivel 1. Para el nivel 2 es necesario contar con los factores de emisión específicos del país.</p>
<p>Revisión de los factores de emisión El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. En caso de estar disponibles los factores de emisión nacionales, se los debe utilizar siempre que estén bien documentados. Para los factores por defecto, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría</p>	<p>Se garantiza que los Factores de Emisión en esta subcategoría, se han aplicado correctamente para cada fuente de la subcategoría de Navegación marítima y fluvial.</p>
<p>Control de los datos de la actividad Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos históricos de la actividad o con las salidas del modelo, para detectar anomalías. Deben verificarse los datos con indicadores de productividad tales como combustible por unidad de desempeño del tránsito en la navegación marítima y fluvial, en comparación con otros países.</p>	<p>Se revisó la fuente de los datos nacionales, garantizando la aplicabilidad y la pertinencia en la subfuente. Así mismo, se verificó y se garantiza que los datos ingresados tienen coherencia en las series temporales de la subcategoría (año 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014)</p>
<p>Revisión Externa El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis o la documentación del inventario de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los expertos (p. ej., las autoridades del transporte, las compañías navieras y el personal militar) que estén familiarizados con la categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario.</p>	<p>No se ha realizado la revisión externa.</p>

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

Tabla 153. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte todo terreno

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de los factores de emisión El compilador del inventario debe garantizar que la fuente de datos original para los factores nacionales sea aplicable a cada categoría y que se hayan efectuado los controles de exactitud sobre la adquisición y el cálculo de los datos. Para los factores por defecto, el compilador debe garantizar que sean aplicables y pertinentes a la categoría. De ser posible, deben compararse los factores por defecto con los factores nacionales, para obtener un indicio mayor de que los factores son aplicables y razonables.</p>	<p>Se garantizó que los factores de emisión seleccionados y utilizados, corresponden correctamente a la estimación de emisiones de la fuente de transporte todo terreno.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Control de los datos de la actividad Debe revisarse la fuente de los datos de la actividad, para garantizar la aplicabilidad y la pertinencia a la categoría. De ser posible, deben compararse los datos con los datos de la actividad históricos o con las salidas del modelo, para detectar anomalías.</p>	<p>Se revisó los datos nacionales, garantizando que los datos ingresados tienen coherencia en las series temporales (año 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014).</p>
<p>Revisión externa El compilador del inventario debe realizar una revisión independiente y objetiva de los cálculos, las hipótesis, la documentación o de ambos inventarios de emisiones, para evaluar la eficacia del programa de CC. Deben realizar la revisión de pares los experto(s) que estén familiarizados con la categoría de fuente y que entiendan los requisitos del inventario nacional de gases de efecto invernadero.</p>	<p>No se ha realizado una revisión externa.</p>

Fuente: DGAAM – MTC, 2020

ANEXO VI.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil - US EPA

Tabla 154. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
Transparencia		
El informe de combustión móvil contiene buen material, pero el diseño no sigue la misma estructura del capítulo de combustión estacionaria – el diseño del capítulo de combustión estacionaria está más claro.	Revisar la estructura del informe y considerar armonizar el diseño entre secciones. El capítulo de combustión estacionaria tiene una estructura mucho más amigable de seguir y entender.	El informe sigue la estructura para todos los sectores del INGEI. Esta fue propuesta por el MINAM, con el propósito de uniformizar los reportes de los RAGEI.
Una gran cantidad de detalle es suministrado sobre la composición de la flota, pero podría ser agrupado de una manera más organizada para presentar la información de manera más clara.	Perú debería reagrupar material, y presentarlo acorde al sector.	Se ha considerado un mejor orden en la presentación de los datos de la flota vehicular 2016 (ver hoja IP 1A3b, en libro de Excel)
Perú mezcla unidades imperiales y métricas en el texto y en las tablas.	Perú deberá presentar datos en unidades métricas solamente, y debería revisar cuidadosamente todas las conversiones de unidades imperiales a métricas.	El RAGEI del sector Transporte / Móvil, desarrollado por el MTC, pertenece a la categoría 1A (Quema de combustibles), que es desarrollado por el MINEM. El comentario de las unidades no fue realizado a las fuentes fijas (parte de 1A), desarrollado por el MINEM. Dado que es la misma categoría, consideramos que el uso de unidades imperiales debe ser uniforme a ambos tipos de fuentes: fijas y móviles. Se ha coordinado con MINEM para analizar la posibilidad de uniformizar las unidades en la próxima versión de los respectivos RAGEI.
Las hojas de cálculo utilizadas utilizan factores integrados, por ejemplo, los potenciales de calentamiento global.	Esto no es una Buena práctica y hace que las hojas de cálculo sean mucho más complejas de actualizar y revisar. Deberían de utilizarse rango de celdas con título.	Los factores de emisión, PCG, etc. se han considerado como variables en cada una general del Excel y usadas en el resto de las hojas, como parte del cálculo. El Excel ya no incluye valores integrados.

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
Las hojas de cálculo permiten visualizar los datos en gráficos.	Esta visualización es una Buena práctica y ayuda al control de calidad. Permite una magnitud de revisiones rápidas, así como la coherencia de series temporales. Perú debería utilizar esto más ampliamente.	Se ha mantenido y mejorado los gráficos.
Coherencia de la serie temporal		
No hay suficientes datos (datos de transporte modal) de actividad para asegurar la coherencia de la serie temporal completa.	Perú debería concentrarse en mejorar las series temporales de datos de actividad más recientes, así como debería asegurar la exactitud y exhaustividad.	Se ha reforzado la información para algunas fuentes en las subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ferrocarriles ▪ Navegación marítima y fluvial nacional, y ▪ Otro tipo de transporte Además, se han realizado tres talleres, a los actores involucrados, con el propósito de fortalecer capacidades en ellos y empezar a trazar una hoja de ruta. Esta tendrá como objetivo principal, el mejorar la recopilación y procedimientos de control de la información necesaria para el desarrollo del RAGEI (ver anexos 2, 3 y 4, en este documento).
Exactitud		
Los Niveles en cálculos metodológicos utilizados varían entre Nivel 1 a Nivel 3; el Nivel 1 es el más usado y Nivel 3 se utiliza para aviación civil.	Los métodos Nivel 1 ayudan a suministrar estimados precisos de las emisiones GEI. Perú debería intentar procurar utilizar niveles de Niveles mayores. Perú debería intentar prestar una atención en especial en la calidad de los datos de actividad utilizados en el inventario. Perú debería intentar utilizar mayores ecuaciones de mayores Niveles para categorías principales.	Con la información disponible actual, no es posible realizar el cálculo con nivel mayor al 1. Sin embargo, producto de los talleres realizados, se han cimentado las bases para la creación de un grupo de trabajo y la hoja de ruta del RAGEI Transporte .

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
Se han utilizado factores de emisión por defecto, con algunas densidades específicas de combustible a nivel País.		Se consideraba datos por defecto, para las densidades de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gas natural: que fue actualizado, según información local, proporcionada por el MINEM. ▪ Gasolina 100LL: se mantiene el valor por defecto, puesto que no hay información local disponible. ▪ Otros datos, como valor calórico neto y factores de emisión, se mantienen por defecto, a no contar con información local.
Exhaustividad		
Las emisiones de aviación internacional han sido estimadas, pero no se incluyeron en las tablas del resumen sectorial.	Estos estimados deberían estar claramente incluidos, - aunque son una parte informativa y no parte de los totales nacionales GEI.	Los resultados de aviación internacional , si bien no forman parte del RAGEI, se han incluido en el libro Excel y reporte, como emisiones informativas.
Los estimados de incertidumbre del sector combustión móvil se presentan en la table 7: “Datos de incertidumbre en factores de emisión de la combustión móvil”.	Una revisión rápida de los datos indica que los rangos están correctos, pero Perú necesita explicar los cálculos realizados para determinar el punto medio de la incertidumbre utilizada en los cálculos.	Todos los cálculos de incertidumbre se realizaron de acuerdo a la metodología y fórmulas planteadas en las Directrices del IPCC de 2006, volumen 1, capítulo 3 “Incertidumbres”

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
<p>Es probable que los vehículos para actividades agrícolas y minería (flota todo terreno) no hayan sido incluidos en el inventario.</p>	<p>Perú debe intentar las emisiones derivadas de estas actividades vehiculares. Las emisiones van a ser una pequeña fracción del total, por lo que Perú debería hacer un balance sobre la necesidad de obtener estos datos de actividad sobre otras prioridades del inventario.</p>	<p>Las emisiones por este tipo de vehículos no se incluyen para evitar doble conteo en la categoría 1A: Quema de combustibles, puesto que estas fuentes están incluidas en las subcategorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1A4c: Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, y ▪ 1A4cii: Vehículos todo terreno y otra maquinaria. <p>Estas son estimadas a través de cálculos con el Balance Nacional de Energía (BNE), desarrollado por el MINEM. De momento no es posible separar el combustible, en fuentes fijas y móviles, en BNE; sin embargo –aunque representan solo una pequeña fracción–, se contempla la posibilidad de estimar estos consumos de manera separada en próximos RAGEI.</p>
Comparabilidad		
<p>RAGEI 2014 y las actualizaciones a los inventarios GEI nacionales 2000, 2005, 2010 y 2012 han sido desarrollados siguiendo las directrices incluidas en la Guía N°2: Elaborando el informe anual de emisiones de gases de efecto invernadero – Sector energía: Categoría: Combustión móvil aprobada por la resolución Ministerial N ° 168-2016-MINAM. Las metodologías incluidas en esta guía están basadas en las directrices 2006 del IPCC.</p>	<p>El uso de metodologías estandarizadas ayuda a la comparabilidad del inventario GEI con el de otros países. Es importante que las metodologías de Perú estén totalmente alineadas a cualquier actualización metodológica que el IPCC publique.</p>	<p>Todos los procedimientos y fórmulas de cálculo de emisiones se realizaron acorde las guías 2006 del IPCC.</p>
<p>Perú ha calculado el total de incertidumbre sobre el nivel y la tendencia de emisiones sectoriales en el sector transporte.</p>	<p>Esta es una Buena práctica y ayuda con la priorización del inventario GEI.</p>	<p>Se ha mantenido el cálculo de la incertidumbre a este nivel.</p>
Control de calidad		

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
<p>Hay una clara evidencia que Perú ha pensado sobre las medidas de calidad requeridas, ya que presenta la tabla “Procedimientos generales para el control de calidad 2014” presenta una serie de pasos.</p>	<p>Los detalles específicos de cualquier actividad de revisión se deben registrar, incluyendo en el resumen presentado en esta tabla.</p> <p>Hay un número de revisiones importantes que se identifican pero que no se han implementado. En particular, estas son las que se deberían implementar: Revisar que los factores de ajuste y temporales han sido utilizados de manera correcta, revisar que los factores de conversión sean los correctos, <i>revisar que no existan brechas en datos que puedan producir estimados incompletos, incluir una evaluación cualitativa del documento sobre la importancia de los estimados para el total de las emisiones (Por ejemplo, las subcategorías clasificadas como “no estimadas”), revisar los valores utilizados de factores de emisión (emisiones agregadas divididas por el total de datos de actividad), revisar si existe alguna variación en algún año en particular y por qué, revisar si las emisiones han sido estáticas a través de las series temporales, revisar si los cambios en emisiones o remociones ha sido capturado.</i></p>	<p>En las tablas de control de calidad (tablas 2 y 3), se detallan las actividades específicas de revisión del RAGEI 2016. Además, los resultados se presentaron y discutieron en los talleres 2 y 3 (ver anexos 3 y 4, en este documento)</p>
Transparencia		
<p>El informe de combustión estacionaria tiene varios buenos elementos de transparencia. El informe sobre fuentes móviles también tiene buenos elementos de transparencia. Se requiere trabajar en armonizar los títulos de los capítulos, así como también detallar y clarificar detalles. Las hojas de cálculo sectoriales incrementan en gran medida la transparencia del inventario del sector energía, aunque aún se necesitan algunas mejoras en estas hojas de cálculo. Felicitamos a Perú por este trabajo.</p>	-	<p>Se ha venido coordinando el uso de un solo formato para todos los sectores, de tal manera de armonizar todo el reporte del inventario nacional.</p>

Problema/Brecha/Observación	Potencial de mejora/Requerimiento de creación de capacidades	Consideraciones al RAGEI 2016
Coherencia		
Existen algunas dificultades para el Perú en referencia a la elaboración de series temporales a años anteriores al 2000. Esto no es una limitación mayor. Perú debería concentrarse en mejorar la exactitud en años más recientes, especialmente en cualquier año que se haya utilizado como un comienzo y fin en objetivos de mitigación de GEIs.	-	El RAGEI 2000, no es el año tomado como referencia, o punto de partida de los objetivos de mitigación de GEIs en Perú. Este solo es tomado como referencia.
Exactitud		
Las emisiones de transporte 1A3 están presentadas como 28.26 kt CO ₂ . El sector 1A de actividades de quema del combustible 30,334 kt CO ₂ . Las emisiones de transporte parecen ser muy pequeñas como una fracción del total.	Perú podría confirmar que las emisiones de CO ₂ del sector transporte sean así de pequeñas.	Los RAGEI del sector transporte reportan emisiones de GEI que van desde 9.45 TgCO ₂ e (RAGEI 2000) a 21.04 TgCO ₂ e (RAGEI2016).
Exhaustividad		
El inventario está en gran medida completo. Se requiere aún trabajar en realizar algunas estimaciones.	-	Parte de las actividades realizadas en el RAGEI 2016, fueron identificar a los actores (entidades que manejan información necesaria) e involucrarlos en el proceso de cálculo del RAGEI. Se espera trazar una hoja de ruta y procedimientos vinculantes, para próximos desarrollos del RAGEI.
Comparabilidad		
Las directrices 2006 del IPCC han sido utilizadas. Los factores de emisión de Nivel 1 se utilizan casi de manera exclusiva.	-	Se están sentando las bases para mejorar la información y poder estimar las emisiones en nivel 2 y 3, en un mediano plazo.

Fuente: DGAAM-MTC, 2020

ANEXO VI.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Energía Combustión Móvil - Revisores de inventarios CMNUCC

Tabla 155. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	
Datos de actividad	Evaluación de la variable de actividad: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) cobertura (si cubre el 100% de la actividad y si hay subestimación o doble contabilidad), iii) consistencia temporal	-	-	
		Para el caso del transporte, Perú descuenta las proporciones biogénicas de los combustibles fósiles y estima sus emisiones de forma separada. Sin embargo, las emisiones de CH ₄ y N ₂ O de los biocombustibles no se están considerando en los totales (y deberían considerarse, según el capítulo 3 del volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006).	Considerar las emisiones de metano y N ₂ O en los totales del inventario	
		EL consumo estimado utilizando el método tier 3 de EMEP es de 14 611 TJ para el combustible turbo A1 en aviación nacional, mientras que el balance energético reporte el consumo de 43 450 TJ de combustible turbo. Esta diferencia tiene que poder ser explicada por el equipo de inventario, ya que puede indicar que la cobertura de la actividad no es 100%	Se recomienda comparar los resultados de los métodos tier 3 vs tier 1 para asegurar que no hay diferencias muy grandes. Se recomienda incluir esta comparación como una actividad QC específica en el plan actividades de control y garantía de calidad (QA/QC)	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	
		(es decir, que no se considera todo el combustible consumido). Durante la revisión no se pudieron comprobar los parámetros introducidos en las planillas de EMEP (duración de vuelo, km, etc.).		
Documentación de los Datos de Actividad	Describir y evaluar el modo de documentar las fuentes de información en los Datos de Actividad y en los supuestos empleados en este aspecto (si es requerido)	Las fuentes y las suposiciones sobre los datos de actividad se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	
Factores de emisión	Evaluación de los factores de emisión: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) comparación con el IPCC 2006, iii) coherencia temporal	Los factores de emisión utilizados son consistentes con las buenas prácticas IPCC 2006.	-	
Documentación de los Factores de Emisión	Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión utilizados y, sobre las suposiciones, realizadas a este respecto (si es necesario)	Las fuentes y supuestos sobre los FE y otros parámetros se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	
Documentación de la metodología	Describir si la documentación de la metodología utilizada es adecuada para la categoría correspondiente, es decir: definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3), si se presenta la ecuación y/o el modelo	La metodología utilizada para todas las categorías se documentó de manera transparente en las hojas de cálculo. Se describieron adecuadamente todos los niveles y variables de los niveles.	-	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
	utilizado y si se explica cada una de sus variables.		
Comentarios generales	Documento cualquier otra observación que no se encuentre en los elementos anteriores. Por ejemplo, sobre la coherencia de la magnitud de los resultados, etc.	La transparencia de las hojas de cálculo que contienen los datos de actividad, las hipótesis, los factores de emisión, otros parámetros y las emisiones fue muy buena. Sin embargo, la revisión de las diferentes categorías se hace muy difícil por el hecho de tener un archivo Excel por año. Asimismo, el hecho de separar el consumo de combustibles entre combustión estacionaria y móvil dificulta el aseguramiento de la calidad.	Se recomienda mejorar el archivo Excel "Resumen - Energía", incluyendo la variable de actividad, las emisiones y el factor emisión implícito de cada todas las categorías emisoras del sector energía (combustión estacionaria y combustión móvil) para todos los años de la serie, así como las tablas de reporte consolidadas (de todo el sector energía). Esta mejora del archivo debe ser utilizada en las actividades de control y garantía de calidad (QA/QC) del inventario, para asegurar la consistencia de la serie temporal de las emisiones estimadas.
Ajusto realizado	Explicación del ajuste realizado, las razones, las fuentes de datos utilizadas y el método aplicado para el ajuste y la mejora prevista del inventario de GEI	Los hallazgos descritos más arriba conllevarán ajustes del inventario nacional.	-
Recomendaciones para la mejora continua	Respecto de cada categoría con posibilidades de mejora pero que no pudo ser ajustada, indique cualquier recomendación para mejorar la calidad o reducir la incertidumbre en los inventarios posteriores.	Hay tres hallazgos y recomendaciones de mejora especialmente relevantes: <ul style="list-style-type: none"> - Incorporar en las actividades de control y garantía de calidad (QA/QC) del inventario una comparación entre los consumos agregados de combustibles del sector energía con los consumos agregados del balance energético - Incorporar en las actividades QA/QC del inventario una comparación entre las emisiones obtenidas utilizando el tier 3 de transporte con el tier 1 	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
		<ul style="list-style-type: none"> - Estimar y reportar las emisiones de metano y N₂O de combustibles biomasa y biocombustibles 	

ANEXO VII. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Los procedimientos específicos y las acciones llevadas a cabo se describen en las siguientes tablas:

Tabla 156. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Cemento

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de los factores de emisión Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión nacionales agregados con los factores por defecto del IPPC para determinar si el factor nacional es razonable respecto del factor por defecto del IPPC. Las diferencias entre los factores nacionales y los factores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativos de circunstancias diferentes. Si se utiliza el método agregado «de arriba hacia abajo», pero se dispone de algunos datos limitados específicos para las plantas, los compiladores del inventario deben comparar los factores al nivel de planta o de instalación con el factor agregado empleado para la estimación nacional. Esto indica si los datos son razonables y representativos.</p>	<p>Se adaptó el factor de emisión por defecto utilizando los datos nacionales de contenido de CaO en el clínker, y el resultado promedio es muy cercano al valor por defecto, se podría validar el factor por defecto ya que las diferencias en el cálculo de emisiones son mínimas.</p>
<p>Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones Para los datos específicos de las instalaciones, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias entre las instalaciones para establecer si ello refleja la presencia de errores, de diferentes técnicas de medición, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones operativas o en las tecnologías. Para la producción de cemento, los compiladores del inventario deben comparar los datos de la planta (contenido de CaO del clínker, contenido de clínker en el cemento) con los de otras plantas del país. Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de actividad se determinan de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces debe evaluarse cuidadosamente la utilización de estas emisiones o datos de actividad, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Si se observa un estándar elevado en las mediciones y la GC/CC se aplica en la mayoría de las instalaciones, se puede revisar hacia abajo la incertidumbre de las estimaciones de emisiones.</p>	<p>Se verificó los datos de actividad en relación a los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.</p>
<p>Exhaustividad También se debe considerar la eventualidad del cómputo doble. Por ejemplo, los compiladores del inventario deben revisar las estadísticas utilizadas para estimar las emisiones de las categorías de fuente «Otros usos de carbonatos en los procesos» para garantizar que las emisiones declaradas en esa categoría de fuente no resulten del uso de esos carbonatos en la producción de cemento. Allí donde los carbonatos se emplean para la producción de cemento, la emisión debe declararse bajo Producción de cemento. Por último, los compiladores del inventario deben incluir en esta categoría de fuente sólo las emisiones relacionadas con el proceso de producción de cemento. Para evitar el cómputo doble, es una <i>buena práctica</i> justificar las emisiones relacionadas con la combustión en el volumen Energía.</p>	<p>La información utilizada (producción de clínker) para estimar las emisiones de producción de cemento no son reportadas en las estadísticas nacionales como producción de cal (otros carbonatos)</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 157. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Cal

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas mediante los diferentes métodos</p> <p>Se pueden hacer comparaciones entre las emisiones estimadas según el método de Nivel 2, basado en la producción de cal, y el método de Nivel 3, basado en las entradas de carbonatos. De manera similar, si para estimar las emisiones se usa el método «de abajo hacia arriba» (es decir, recolección de datos específicos para las plantas), los compiladores del inventario deben comparar las estimaciones de emisiones con las estimaciones calculadas mediante datos nacionales o específicos de la planta para la producción de cal (tratamiento «de arriba hacia abajo»). En los casos en los que se utiliza un método híbrido de Nivel 1/2 ó Nivel 2/3 durante un período de transición, se considera como una buena práctica estimar las emisiones para todas las instalaciones que utilizan el Nivel más bajo para comparar los resultados del análisis con los resultados derivados del empleo del método híbrido. Los resultados de tales comparaciones deben registrarse con fines de documentación interna, incluidas las explicaciones sobre cualquier discrepancia.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento, dado que solo se cuenta con información de estadísticas nacionales y no se realizó recopilación de información a nivel de plantas que permita estimar con métodos superiores al nivel 1 aplicado.</p>
<p>Verificación de los datos de actividad específicos de las instalaciones</p> <p>Los compiladores del inventario deben confirmar las definiciones correctas de los diferentes tipos de cal producidos en el país. Los compiladores del inventario deben también considerar cuidadosamente las industrias que puedan producir cal no comercial, de modo que garanticen que estos datos han sido incluidos en los datos de actividad para el inventario.</p>	<p>No se obtuvo información de tipos de cal ni de producción de cal no comercial. Sin embargo, se investigó sobre otras posibles fuentes de información como los registros de insumos químicos fiscalizados (SUNAT). Esta fuente puede ser usada a futuro como mejora, pero al momento solo se disponen de datos desde el año 2014.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 158. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Vidrio

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Si se estiman las emisiones empleando el método de Nivel 3, los resultados pueden compararse con los resultados del método de Nivel 2 para ver si poseen un orden de magnitud similar. Análogamente, si se han estimado las emisiones a partir de datos «de arriba hacia abajo» mediante el método de Nivel 2, pueden compararse estos resultados con los del método más riguroso de Nivel 3 en una pequeña cantidad de instalaciones para ver si los valores por defecto utilizados en el Nivel 2 reflejan las circunstancias nacionales. El método de Nivel 2 descansa en la estimación de emisiones basada en los diferentes tipos de vidrio producidos. Estas estimaciones pueden compararse con los resultados de una auditoría de los diversos proveedores de materias primas para la industria del vidrio. Por ejemplo, pueden compararse las estimaciones nacionales con las estimaciones sobre la cantidad de piedra caliza, de ceniza de sosa y de otros carbonatos que se venden a las industrias de vidrio. Tales datos comerciales pueden obtenerse de cada proveedor o de las asociaciones comerciales.</p>	<p>No se aplica el procedimiento para el nivel de cálculo 1 utilizado.</p>
<p>Una de las fuentes mayores de incertidumbre en la estimación de emisiones (Nivel 1 y Nivel 2) para la producción de vidrio es la proporción de <i>cullet</i>. La cantidad de vidrio reciclado utilizado puede variar en las distintas instalaciones de un país y en la misma instalación a través del tiempo. El tema de la proporción de <i>cullet</i> se perfila como un buen candidato para una investigación más profunda.</p>	<p>Se calculó una proporción promedio de <i>cullet</i> a partir de los datos provistos por las empresas. Se decidió utilizar este valor promedio en lugar del valor por defecto del 50 % que se considera es muy alto para la realidad del país y se cuenta con información representativa del sector.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 159. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Otros usos de carbonatos - Cerámicas

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de las estimaciones de las emisiones obtenidas con los diferentes métodos</p> <p>Las estimaciones de emisiones derivadas de cualquier Nivel pueden compararse con las de otros Niveles, aun cuando el método del Nivel 3 pueda estar dando cuenta de especies de carbonatos adicionales no incluidas en los análisis de Nivel 1 ni de Nivel 2. Si se supone que la misma fracción de calcinación alcanzada se emplea para todos los Niveles, las emisiones estimadas con los métodos respectivos serán probablemente similares en magnitud, si se considera que la piedra caliza y la dolomita tienden a contribuir con el mayor porcentaje de emisiones para estas fuentes.</p>	<p>No se realizaron las comparaciones ya que no se aplica métodos de niveles superiores al 1.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Verificación de los datos de la actividad</p> <p>Dado que la piedra caliza, la dolomita y otros carbonatos se consumen en una variedad de industrias, puede que haya una cantidad de fuentes de datos diferentes disponibles que contengan información sobre el consumo de carbonatos en las industrias respectivas. Por ejemplo, los datos para el consumo de piedra caliza en varias instalaciones de la industria del hierro y del acero podrían compararse para ver si la cantidad de fundentes utilizados es similar, en proporción a la producción al nivel de las instalaciones.</p> <p>También, la información específica de la planta sobre el uso de piedra caliza, dolomita y otros carbonatos como fundentes puede compararse con las estadísticas de las asociaciones industriales. Estas estadísticas pueden, a su vez, compararse con las estadísticas de nivel nacional sobre la piedra caliza, la dolomita y otros consumos de carbonatos.</p> <p>Suele ser útil examinar las tendencias de los datos de la actividad a través del tiempo para ver si se producen grandes fluctuaciones de un año para otro. Los compiladores del inventario deben ser cautos al sacar conclusiones basadas en los datos de tendencias, pues en estas estadísticas puede haber grandes fluctuaciones entre año y año.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento. Se utilizó una fuente de información gubernamental para la estimación para el nivel 1 que no describía tipos de carbonatos utilizados. No se realizó comparaciones con otras fuentes de información y se cuenta con información representativa del sector.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 160. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de las estimaciones de las emisiones obtenidas con los diferentes métodos</p> <p>Las estimaciones de emisiones derivadas de cualquier Nivel pueden compararse con las de otros Niveles, aun cuando el método del Nivel 3 pueda estar dando cuenta de especies de carbonatos adicionales no incluidas en los análisis de Nivel 1 ni de Nivel 2. Si se supone que la misma fracción de calcinación alcanzada se emplea para todos los Niveles, las emisiones estimadas con los métodos respectivos serán probablemente similares en magnitud, si se considera que la piedra caliza y la dolomita tienden a contribuir con el mayor porcentaje de emisiones para estas fuentes.</p>	<p>No se realizaron las comparaciones ya que no se dispone de información sobre el nivel de actividad para aplicar métodos de niveles superiores al 1.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Verificación de los datos de la actividad</p> <p>Dado que la piedra caliza, la dolomita y otros carbonatos se consumen en una variedad de industrias, puede que haya una cantidad de fuentes de datos diferentes disponibles que contengan información sobre el consumo de carbonatos en las industrias respectivas. Por ejemplo, los datos para el consumo de piedra caliza en varias instalaciones de la industria del hierro y del acero podrían compararse para ver si la cantidad de fundentes utilizados es similar, en proporción a la producción al nivel de las instalaciones.</p> <p>También, la información específica de la planta sobre el uso de piedra caliza, dolomita y otros carbonatos como fundentes puede compararse con las estadísticas de las asociaciones industriales. Estas estadísticas pueden, a su vez, compararse con las estadísticas de nivel nacional sobre la piedra caliza, la dolomita y otros consumos de carbonatos.</p> <p>Suele ser útil examinar las tendencias de los datos de la actividad a través del tiempo para ver si se producen grandes fluctuaciones de un año para otro. Los compiladores del inventario deben ser cautos al sacar conclusiones basadas en los datos de tendencias, pues en estas estadísticas puede haber grandes fluctuaciones entre año y año.</p>	<p>Se descontó el consumo de carbonato de sodio derivado de la producción de vidrio (subcategoría 2A3). Esto se estimó considerando el supuesto de la composición típica de la materia prima que se aplica en el factor por defecto para mantener coherencia con las estimaciones de 2A3.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 161. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Ácido Nítrico

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Comparación de las estimaciones de emisiones mediante diferentes métodos</p> <p>Si se calculan las emisiones empleando datos de plantas individuales de ácido nítrico (método «de abajo hacia arriba»), los compiladores del inventario deben comparar las estimaciones con las emisiones calculadas empleando los datos nacionales de producción (método «de arriba hacia abajo»). Deben registrar los resultados e investigar todas las discrepancias no explicadas.</p> <p>Dado que las categorías de fuente del N₂O industrial son relativamente pequeñas comparadas con otras fuentes antropogénicas o naturales, no es factible comparar las emisiones con las tendencias medidas en la concentración de N₂O atmosférico.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que se usó un factor de emisión por defecto.</p>
<p>Datos al nivel de planta</p> <p>Los compiladores del inventario deben archivar suficiente información para permitir una revisión independiente de las emisiones de la serie temporal a partir del año de base y para explicar las tendencias en las emisiones al realizar comparaciones históricas. Esto es particularmente importante en los casos en que la repetición de los cálculos es necesaria, por ejemplo, cuando un compilador cambia de un uso de valores por defecto hacia valores reales determinados al nivel de la planta.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino información de estadísticas nacionales agregadas.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de las mediciones directas de las emisiones</p> <p>Si se dispone de mediciones de N₂O al nivel de planta, los compiladores deben confirmar que se han utilizado métodos estándar reconocidos internacionalmente. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces se debe evaluar el uso de tales datos de emisiones. Además, deben reconsiderar las estimaciones de la incertidumbre a la luz de los resultados de la GC/CC.</p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores basados en la planta con los valores por defecto del IPCC para garantizar que los factores específicos de la planta sean razonables. Deben explicar y documentar todas las diferencias entre los factores específicos de planta y los factores por defecto y en particular, toda diferencia en las características de la planta que pueda conducir a estas diferencias.</p>	<p>El procedimiento no es aplicable dado que no se utilizó información de plantas de producción sino información de estadísticas nacionales agregadas.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 162. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Hierro y Acero

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de los factores de emisión y de los contenidos de carbono</p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión y los contenidos de carbono agregados nacionalmente con los factores y contenidos de carbono por defecto del IPCC, con el fin de determinar si el valor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPCC. Las diferencias entre los valores nacionales y los valores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativos de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p>Verificación de los datos de actividad específicos de la planta</p> <p>Para los datos específicos de la planta, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias entre plantas para establecer si éstas reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor altos estándares de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>Se verificaron los datos de actividad en relación a los datos entre plantas y entre años para identificar valores incoherentes. No se evaluaron las condiciones tecnológicas ni operativas de las plantas.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Verificación de los datos de la actividad</p> <p>Para todos los niveles, los compiladores del inventario deben realizar verificaciones apoyándose en el Volumen 2, Capítulo 2 (Combustión estacionaria del Sector Energía), para garantizar que las emisiones provenientes de los agentes reductores y de los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no sean contabilizadas por partida doble ni omitidas.</p> <p>Los compiladores deben examinar toda incoherencia entre los datos de diferentes plantas para establecer si éstas reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso.</p> <p>Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores deben comparar la agregación de las estimaciones agregadas al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria. Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 163. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Plomo

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de los factores de emisión</p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión agregados nacionalmente con los factores por defecto del IPPC con el fin de determinar si el factor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPPC. Las diferencias existentes entre los factores nacionales y los factores por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativas de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>
<p>Verificación de los datos de actividad específicos de la instalación</p> <p>Para los datos específicos de la instalación, los compiladores deben revisar las incoherencias entre instalaciones para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Para la producción del plomo, los compiladores deben comparar los datos de la planta con los de otras plantas.</p> <p>Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor parámetros altos de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se utilizó información sobre plantas en un nivel 1.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de expertos</p> <p>En el proceso de revisión, los compiladores del inventario deben incluir las principales organizaciones industriales y comerciales relacionadas con la producción del plomo. Este proceso debe comenzar durante la etapa inicial del desarrollo del inventario, de modo que contribuya al desarrollo y la revisión de los métodos y a la adquisición de los datos. Para esta categoría de fuente puede ser útil recurrir también a revisores independientes, particularmente en relación con la recopilación inicial de datos, el trabajo de medición, la transcripción, los cálculos y la documentación.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento ni se realizó la identificación de organizaciones industriales y comerciales.</p>
<p>Verificación de los datos de la actividad</p> <p>Para todos los Niveles, los compiladores del inventario deben realizar verificaciones apoyándose en el Volumen 2: Energía, para garantizar que las emisiones generadas por los agentes reductores y los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no ser contabilizadas por partida doble ni omitidas.</p> <p>Los compiladores del inventario deben examinar toda incoherencia entre los datos de diferentes plantas para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso.</p> <p>Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores del inventario deben comparar la agregación de las estimaciones al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria. Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

Tabla 164. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Zinc

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Revisión de los factores de emisión</p> <p>Los compiladores del inventario deben comparar los factores de emisión agregados nacionalmente con los factores por defecto del IPPC con el fin de determinar si el factor nacional es razonable en relación con el factor por defecto del IPPC. Las diferencias significativas existentes entre los factores nacionales y el factor por defecto deben explicarse y documentarse, en particular si son representativas de circunstancias diferentes.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se calcularon factores de emisión nacionales.</p>

Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
<p>Verificación de los datos de actividad específicos de la instalación</p> <p>Para los datos específicos de la instalación, los compiladores del inventario deben revisar las incoherencias existentes entre instalaciones, para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Para la producción de cinc, los compiladores deben comparar los datos de la planta con los de otras plantas.</p> <p>Los compiladores deben garantizar que los factores de emisión y los datos de la actividad se determinen de acuerdo con los métodos de medición internacionalmente reconocidos y probados. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces la utilización de estas emisiones o datos de la actividad debe evaluarse cuidadosamente, deben reconsiderarse las estimaciones de incertidumbre y deben documentarse las calificaciones. Es también posible que en los sitios donde están en vigor parámetros altos de mediciones y de GC/CC, la incertidumbre en la estimación de emisiones sea revisada a la baja.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento porque no se utilizó información sobre plantas en un nivel 1.</p>
<p>Revisión de expertos</p> <p>Los compiladores del inventario deben incluir en el proceso de revisión las principales organizaciones industriales y comerciales relacionadas con la producción del cinc. Este proceso debe comenzar al inicio del desarrollo del inventario, de modo que contribuya al desarrollo y a la revisión de los métodos y a la adquisición de los datos.</p> <p>Para esta categoría de fuente puede ser útil recurrir también a revisores independientes, particularmente en relación con la recolección inicial de datos, el trabajo de medición, la transcripción, los cálculos y la documentación.</p>	<p>No se aplicó el procedimiento ni se realizó la identificación de organizaciones industriales y comerciales.</p>
<p>Verificación de los datos de la actividad</p> <p>Para todos los Niveles, los compiladores del inventario deben garantizar que las emisiones generadas por los agentes reductores y los materiales de proceso (carbón, coque, gas natural, etc.) no sean contabilizadas por partida doble ni omitidas.</p> <p>Los compiladores deben examinar toda incoherencia existente entre los datos de diferentes plantas para establecer si reflejan la presencia de errores, de técnicas de medición diferentes, o bien resultan de diferencias reales en las emisiones, en las condiciones de funcionamiento o en las tecnologías. Esto es particularmente pertinente para las estimaciones específicas de plantas sobre las cantidades de agentes reductores o sobre los contenidos de carbono declarados para los materiales de proceso.</p> <p>Allí donde se disponga de datos comerciales sobre el consumo de materiales de proceso, los compiladores deben comparar la agregación de las estimaciones al nivel de plantas con los totales de la industria.</p>	<p>Las verificaciones comparativas con el volumen 2 de Directrices del IPCC de 2006 (sector Energía) no se realizaron, por estar fuera del alcance del sector MYPE e Industria.</p> <p>Se recomienda sea parte de un control de calidad posterior al revisar el inventario integrado de todos los sectores para evitar doble contabilidad y omisiones.</p>

Fuente: DGAAMI-PRODUCE, 2020

ANEXO VIII.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - US EPA

Tabla 165. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016

N°	Categoría del IPCC	Potencial de mejora/ Requerimiento de creación de capacidades	Acciones implementadas
1	Mejora continua	Mejoras metodológicas planeadas son presentadas en las tablas 4 y 6 del capítulo 3, indicando que Perú tiene la intención de utilizar un Nivel 3 en la estimación de emisiones CO ₂ derivadas de la producción de cemento. Motivamos a que se enfoquen los recursos en mejorar primero la exhaustividad y después mejorar la coherencia de series temporales, y entonces después mejorar la exactitud de las fuentes que ya han sido estimadas con un Nivel 2.	Para el RAGEI PIUP 2016, se obtuvo nueva información de plantas productoras de cemento, lo cual permitió actualizar la estimación de emisiones de la 2A1 Producción de cemento para los años 2010, 2012 y 2014.
2	Transparencia	Para poder incrementar la transparencia, se podría incluir una descripción general de cada categoría de fuentes. Por ejemplo, número de instalaciones y si las instalaciones comenzaron y terminaron operaciones en el periodo cubierto, y tecnologías principales que se utilizaron. Esto puede hacerse sin tener que vulnerar la confidencialidad.	En el RAGEI 2016 se describen las tecnologías y número de plantas correspondientes a la subcategoría 2C1 Producción de hierro y acero.
3	Transparencia / Análisis de categorías principales	La transparencia se puede incrementar presentando brevemente un resumen de categorías principales al comienzo del capítulo de PIUP, o en alguna otra parte del RAGEI y que se haga una referencia en el capítulo de PIUP.	En el RAGEI PIUP 2016, en la descripción del método de cálculo de cada subcategoría, se indica si esta corresponde o no a una categoría principal.
4	Evaluación de incertidumbre Consideración de factores relevantes	Perú presenta cálculos exhaustivos de la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión basados en las recomendaciones de las directrices 2006 del IPCC. Estas no están ponderadas con respecto a la relevancia de los factores en las emisiones GEI totales por categorías de fuentes.	Se ha de evaluar la inclusión de esta ponderación en futuros inventarios.
5	General	Este reporte presenta una gran cantidad de tablas. En algunos casos, 2-3 tablas podrían estar integradas en una sola para reducir el tamaño del reporte.	En el RAGEI PIUP 2016, para cada subcategoría se incluyó en una sola tabla la información que en el RAGEI 2014 se encontraba en dos tablas separadas: i) Descripción del nivel de actividad utilizado y ii) valores de los datos nacionales utilizados.

N°	Categoría del IPCC	Potencial de mejora/ Requerimiento de creación de capacidades	Acciones implementadas
6	<p>2.A.1 – Producción de cemento</p> <p>Factores de emisión</p>	<p>El título de la Tabla 23 en la sección 5.1.1.3 indica que presenta los factores de emisión específicos a nivel país de Perú, así como los factores por defecto de las directrices 2006 del IPCC, pero dentro de la tabla, ambos están enlistados como el mismo factor de emisión “Factor de emisión calculado de CO₂ para la producción de Clinker (con corrección de CKD)”. Sin embargo, los valores reportados para estos factores de emisión no son los mismos.</p> <p>Revisar y corregir los nombres de los factores de emisión presentados en la tabla.</p>	<p>Para el RAGEI PIUP 2016, se realizó la corrección indicada diferenciando el valor del factor de emisión calculado del valor por defecto.</p>
7	<p>2.A.1 – Producción de cemento</p> <p>GC/CC</p>	<p>Abajo de la Tabla 27, el informe afirma que no se implementaron ningún enfoque de gestión de calidad en la entrega del inventario GEI actual. Sin embargo, la Tabla 27 describe enfoques de GC/CC implementados. Este también es el caso para otras categorías fuentes, por ejemplo 2.A.2 y 2.A.3.</p> <p>Clarificar a qué se refiere y/o ajustar el texto.</p>	<p>Para el RAGEI PIUP 2016 se retiró dicho párrafo y se incluyó además una sección de garantía de la calidad para todas las subcategorías.</p>
8	<p>2.A.4.b – Otros usos de la ceniza de sosa</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>El consumo de ceniza de sosa para otros usos fue calculado considerando importaciones, exportaciones, producción y consumo para la producción de vidrio. Para los años 2000 y 2005 el resultado se reporta como 0. Un resultado tan preciso indica que se debería hacer una evaluación más a fondo.</p>	<p>Se ha de evaluar la incorporación de una evaluación más exhaustiva en futuros inventarios.</p>
9	<p>2.A.4a – Cerámicas</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>La página 109 afirma que los datos de actividad se obtuvieron de diferentes fuentes para los años 2000/2005/2010 y 2012/2014. Mientras que en ambos casos la información fue obtenida por el Ministerio de Producción. Para 2012 y 2014 el “Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015” fue utilizado para otros años de las “Series Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática”.</p> <p>Revisar si las definiciones y los datos colectados son los mismos en ambas publicaciones. Cuando esto no sea el caso, ajustar los datos de actividad según corresponda.</p>	<p>Tanto en el RAGEI PIUP 2014 como en el RAGEI PIUP 2016, los datos de las publicaciones empleadas corresponden a la cantidad de unidades de ladrillo producidas para los años correspondientes.</p>

N°	Categoría del IPCC	Potencial de mejora/ Requerimiento de creación de capacidades	Acciones implementadas
10	<p>2.B.2 – Producción de ácido nítrico</p> <p>Datos de actividad</p>	<p>Los datos de actividad para los años 2000 y 2005 fueron calculados extrapolando los datos de los años 2010-2014 ya que no existían datos disponibles de importación o exportación. Esto lleva a una reducción sucesiva en las emisiones sobre el tiempo. En la industria química, son más comunes los cambios graduales. Mientras que el enfoque utilizado reduce cualquier subestimación de emisiones, puede también sobreestimar emisiones ¿Sería entonces probable que no existió alguna operación en esos años en cuestión? El RAGEI ya prevé el conseguir más información para la próxima entrega del inventario GEI. Por lo tanto, mientras se está haciendo esto, podrían revisarse los datos sobre las capacidades de planta y el comienzo de operaciones.</p>	<p>Se ha de evaluar, la posibilidad de obtener datos de planta para los próximos RAGEI así como la verificación de la producción de los años 2010 y 2014.</p>
11	<p>2.B.7- Producción de ceniza de sosa</p> <p>Factor de emisión</p>	<p>La página 150 del RAGEI indica un factor de emisión por defecto de 0.97 t CO₂/t por ceniza de sosa producida, en línea con las directrices 2006 del IPCC. Las hojas de cálculo de Excel utilizan factor de emisión diferente con un valor de 1.138. Revisar factores de emisión GEI utilizados.</p>	<p>Para el RAGEI PIUP 2016, se realizó la corrección correspondiente, siendo que el valor del factor de emisión para la ceniza de sosa es de 0.138 t de CO₂/ t ceniza de sosa natural producida, según las Directrices del IPCC de 2006.</p>

ANEXO VIII.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - Revisores de inventarios CMNUCC

Tabla 166. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
Datos de actividad	Evaluación de la variable de actividad: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) cobertura (si cubre el 100% de la actividad y si hay subestimación o doble contabilidad), iii) consistencia temporal	Todos los datos de actividad (DA) utilizados son adecuados a la metodología aplicada, cubren el 100% de la cobertura, no existe doble contabilidad ni infraestimación/sobreestimaciones sistemáticas y son consistentes temporalmente, a excepción de los casos detallados a continuación.	-
		Producción de Amoniaco. Los datos utilizados sobre producción de amoniaco corresponden a producción con gas de síntesis (no gas natural), de modo que la actividad no produce emisiones. La empresa Cachimayo (Cusco), identificada como única productora.	Se recomienda asegurar que la producción de amoniaco no se realiza con gas natural y dejar de estimar las emisiones en el inventario.
		Producción de ácido nítrico. No se conoce la pureza de los datos de producción disponibles ni las tecnologías de producción. La empresa Cachimayo (Cusco), está involucrada en NACAG y se está implementando tecnologías de reducción de emisiones.	Se recomienda continuar la conversación con los productores para obtener más información sobre los procesos de producción y la pureza de la variable de actividad. Esto permitirá implementar enfoques metodológicos más avanzados.
		La categoría 2A4b no se estima en los años 2000 y 2005. El consumo de carbonato sódico es muy probable que se de esos años.	Revisar y estimar, en su caso, las emisiones de los años 2000 y 2005.
		2C1. La producción de siderúrgica del Perú se multiplica por 0,5 y se asigna a Producción de Acero en hornos de arco eléctrico – EAF (pestaña iP 2C1, celda E36). Sin embargo, La fuente de información (memoria anual de SiderPerú) señala que produce acero (en largos y planos) contando con un alto horno y un horno eléctrico.	Revisar y reestimar, en su caso, las emisiones del inventario.

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
		Además, la cantidad de chatarra de acero de MEPSA	
		<p>Las emisiones de la subcategoría 2.C.3 Producción de aluminio se refieren a la producción de aluminio primario, que utiliza alúmina en el proceso electrolítico Hall-Heroult para producir aluminio.</p> <p>La alúmina se produce a través de la bauxita, pero el proceso emisor en la subcategoría 2C3 NO tiene que ver con la refinación del mineral de bauxita ni con la producción de aluminio a partir de fuentes de reciclado. No se produce aluminio primario en el país.</p>	Se recomienda no estimar ni reportar las emisiones de la subcategoría 2C3.
		<p>La completitud del sector IPPU debe ser revisada. A continuación, se listan actividades que pueden ocurrir en el país y cuyas emisiones se deberían estimar en el sector IPPU del inventario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El balance energético del país reporta una cantidad significativa de consumo no energético de combustibles. Esas cantidades de consumo no energéticos pueden incluir lubricantes, asfaltos y otros consumos con emisiones dentro del sector IPPU, categoría 2D. • El consumo de gases fluorados en refrigeración y aire acondicionado, espumado, equipos de extinción de incendios y aerosoles (categoría 2F). • El consumo de disolventes también ocurre en el país (categoría 2D) y la producción agroalimentaria y pulpa de papel (emisiones de NMVOC en la categoría 2H) • Emisiones de SF6 en equipos eléctricos y emisiones de N2O en anestesia (categoría 2G). <p>Asimismo, es posible que la industria emisora de</p>	Se recomienda realizar un mapeo extensivo de las actividades emisoras que ocurren en el país de cara a su estimación en futuros inventarios.

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
		semiconductores, la industria fotovoltaica, y la fabricación de paneles TFT ocurra en el país. Estas industrias utilizan F-gases por sus propiedades aislantes y conductoras.	
Documentación de los Datos de Actividad	Describir y evaluar el modo de documentar las fuentes de información en los Datos de Actividad y en los supuestos empleados en este aspecto (si es requerido)	Las fuentes y las suposiciones sobre los DA se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-
Factores de emisión	Evaluación de los factores de emisión: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) comparación con el IPCC 2006, iii) coherencia temporal	Los factores de emisión utilizados son consistentes con las buenas prácticas IPCC 2006.	-
Documentación de los Factores de Emisión	Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión utilizados y, sobre las suposiciones, realizadas a este respecto (si es necesario)	Las fuentes y supuestos sobre los FE y otros parámetros se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-
Documentación de la metodología	Describir si la documentación de la metodología utilizada es adecuada para la categoría correspondiente, es decir: definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3), si se presenta la ecuación y/o el modelo utilizado y si se explica cada una de sus variables.	La metodología utilizada para todas las categorías se documentó de manera transparente en las hojas de cálculo. Se describieron adecuadamente todos los niveles y variables de los niveles.	-
Aplicación de la metodología	Definir si se realizó una interpretación adecuada de la metodología, de manera que haya coherencia entre lo que se espera con el método y el cálculo realizado. En este punto es	La descripción de la metodología y su aplicación fueron totalmente coherentes.	-

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste
	importante mencionar si los supuestos utilizados están documentados (si es necesario) y si son coherentes		
Comentarios generales	Documento cualquier otra observación que no se encuentre en los elementos anteriores. Por ejemplo, sobre la coherencia de la magnitud de los resultados, etc.	La transparencia de las hojas de cálculo que contienen los datos de actividad, las hipótesis, los factores de emisión, otros parámetros y las emisiones fue excelente.	-
Ajusto realizado	Explicación del ajuste realizado, las razones, las fuentes de datos utilizadas y el método aplicado para el ajuste y la mejora prevista del inventario de GEI	Las emisiones de aluminio (2C3) y amoniaco (2B1) se deben ajustar (no se deben estimar en el inventario por los motivos descritos más arriba).	
Recomendaciones para la mejora continua	Respecto de cada categoría con posibilidades de mejora pero que no pudo ser ajustada, indique cualquier recomendación para mejorar la calidad o reducir la incertidumbre en los inventarios posteriores.	Las actividades de control y garantía de calidad (QA/QC) de este sector pueden ser mejoradas mediante la consideración de la variable de actividad de energía. Por un lado, se debe asegurar que todos los combustibles de uso no energético son considerados en el inventario. Por otro lado, la comparación de las series de consumo energético y producción puede ayudar a identificar posibles problemas con la información y mejorar el inventario a largo plazo.	

ANEXO IX. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Agricultura

Tabla 167. Procedimientos de control de calidad generales del sector Agricultura

Actividad de Control de Calidad	Procedimiento realizado
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.	Se han realizado verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías para asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	Se verificó que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna. Se efectuaron verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría para detectar posibles errores de transcripción. Los datos fueron copiados de las fuentes originales para minimizar los errores de transcripción.
Verificar que las emisiones y remociones se estimen correctamente.	Se tomó una muestra representativa de los cálculos de las emisiones y remociones para verificar su correcta estimación
Verificar que las unidades de emisiones y remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	Se verificó que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo. Se verificó que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos. Se verificó que los factores de conversión sean correctos. Se verificó que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	Se verificó que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos. Se verificó que los campos de datos estén correctamente etiquetados. Se verificó que la documentación y la base de datos utilizada sean archivadas.
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	Se identificaron que los parámetros comunes a múltiples categorías guardaran coherencia en los valores utilizados en los cálculos de las emisiones y remociones.
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	Se verificó que los datos de emisiones y remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes. Se verificó que los datos de emisiones y remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos y cálculos intermedios.
Revisar el archivo y la documentación interna.	Se verificó la existencia de documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos. Se realizó la verificación de que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos. Se verificó que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada. Se verificó que el archivo de documentos sustentos sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

Actividad de Control de Calidad	Procedimiento realizado
	Se verificó la integridad del archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.
Verificar la coherencia de la serie temporal.	Se verificó la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Se verificó la coherencia en el método utilizado para los cálculos en la serie temporal. Se verificó que los cambios metodológicos y de datos fueran aplicados en los recálculos.
Verificar la exhaustividad.	Se verificó que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual. En relación con las subcategorías, se confirmó que todas las categorías sean cubiertas.
Revisiones de tendencias	Se realizó la comparación de las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría. Se verificó que el valor de los factores de emisión a través de la serie temporal se mantuviera constante. Se verificó que no exista alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad a través de la serie temporal.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

Tabla 168. Procedimientos de control de calidad específicos del sector Agricultura

Subcategoría	Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
3A1 Fermentación Entérica	Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente.	A partir de una consulta al sector, se identificaron las especies ganaderas con periodo de vida menor a un año. Se realizó el ajuste a la población media anual para especies de porcinos y cuyes.
	Efectuar una verificación cruzada de los datos con los de los años anteriores para garantizar que son razonables y coherentes con la tendencia esperada.	Se realizó la verificación de los datos de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal. Se comprobó que estos fueron coherentes con la base estadística del sector.
	Identificar las potenciales áreas de sesgo, y evaluar la representatividad de los datos.	Se verificó que los datos de actividad utilizados fueran representativos.
	Realizar una verificación cruzada de datos de población entre los principales mecanismos de declaración (FAO)	Realizar una verificación cruzada de datos de población ganadera con información reportada en FAOSTAT. Los datos reportados en FAOSTAT referidos a los datos de población ganadera nacional, no corresponden con los datos oficiales de las estadísticas nacionales del sector. A través de un muestreo al azar, se verificó una diferencia porcentual de -0.18% entre los valores reportados en FAOSTAT (5,525,454.00 cabezas) y los

Subcategoría	Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
		reportados en las estadísticas del sector (5,535,455.00 cabezas), con respecto a la población de ganado vacuno del año 2016.
	Documentar los métodos de obtención de datos	Se verificaron que todas las fuentes de se encuentren referenciadas en las planillas de cálculo y en el documento RAGEI.
	Si se emplea el método de Nivel 2/3, el compilador del inventario deberá realizar una verificación cruzada de los factores específicos del país contra los valores por defecto del IPCC	Se realizó un control de calidad sobre los datos recabados a través de consulta de expertos. Se identificaron variables con una dispersión muy amplia, por lo cual se convocó nuevamente a los expertos con mayor experiencia en la temática analizada, para realizar una revisión de los resultados. A partir de esta revisión, se establecieron valores más apropiados para aquellas variables con alta dispersión en las respuestas. Este proceso se documentó en el informe de dictamen de expertos.
	(Si se utilizan factores específicos del país) Comparar los factores por defecto y señalar las diferencias. Explicar y documentar cómo se realizó el desarrollo de los factores de emisión específicos del país, y los resultados deben someterse a una revisión por parte de expertos independientes	Se realizó un control de calidad sobre los datos recabados a través de consulta de expertos y se compararon los resultados con los valores por defecto de las Guías del IPCC. Se identificaron factores de emisión muy lejanos a los valores por defecto de del IPCC. A partir de esta revisión, se establecieron valores más apropiados para aquellas variables con alta dispersión en las respuestas. Este proceso se encuentra documentado en el informe de dictamen de expertos
	Verificar que este documentado los datos de la actividad, incluyendo los datos de la población animal por categoría y región Verificar que este documentado las fuentes de todos los datos de la actividad utilizados en los cálculos	Los datos de actividad utilizados se encuentran documentados en la carpeta sustento del RAGEI de Agricultura

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
		(Nivel 2) verificar que este documentado Valores de Ym;	La fuente de datos de los valores de Ym se encuentra referenciada en las planillas de cálculo. Asimismo, se ha incluido el documento fuente en la carpeta Sustento del RAGEI de Agricultura
		(Nivel 2), verificar que este documentado los valores de DE estimados o tomados de otros estudios;	Todos los documentos fuente han sido almacenados en la carpeta de sustentos del RAGEI de agricultura.
3A2	Manejo de estiércol	Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente.	A partir de una consulta al sector, se identificaron las especies ganaderas con periodo de vida menor a un año. A partir de la identificación de estas especies, se ajustó la población media anual para los casos de aves, porcinos y cuyes.
		Efectuar una verificación cruzada de los datos con los de los años anteriores para garantizar que son razonables y coherentes con la tendencia esperada.	Se realizó la verificación de los datos de actividad utilizados en la actualización de la serie temporal. Se comprobó que estos fueron coherentes con la base estadística del sector.
		Realizar una verificación cruzada de datos de población entre los principales mecanismos de declaración (FAO)	Se realizó una verificación cruzada de datos de población ganadera con información reportada en FAOSTAT. Los datos reportados en FAOSTAT referidos a los datos de población ganadera nacional, no corresponden con los datos oficiales de las estadísticas nacionales del sector. A través de un muestreo al azar, se verificó una diferencia porcentual de -0.18% entre los valores reportados en FAOSTAT (5,525,454.00 cabezas) y los reportados en las estadísticas del sector (5,535,455.00 cabezas), con respecto a la población de ganado vacuno del año 2016.
		Revisar la asignación de sistemas de gestión del estiércol para determinar si se están teniendo en cuenta los cambios producidos en la industria ganadera	A partir de consulta a expertos, se identificó la representatividad de los SME para cada especie animal.
		Documentar los métodos de obtención de datos	Todas las fuentes de datos se encuentran referenciadas en las planillas de cálculo y el documento RAGEI.

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
		Verificar que este documentado las fuentes de todos los datos de la actividad utilizados en los cálculos	Los datos de actividad utilizados se encuentran documentados en la carpeta sustento del RAGEI de Agricultura
		Verificar que este documentado la información y las hipótesis que se utilizaron para desarrollar los datos de la actividad, en los casos en los que éstos no hayan estado disponibles directamente en las bases de datos	Se verificó que los datos de actividad procedieran de los anuarios estadísticos del sector. En el caso de las poblaciones de equinos, asnos y cuyes, este dato de actividad fue desarrollado como una proyección de la población a partir de los resultados de los Censos Agrarios de 1994 y 2012.
		(Nivel 1), verifica que este documentado todos los factores de emisión por defecto que se emplearon en la estimación de las emisiones para las categorías de animales específicas.	Se verificó que los FE se encontraran debidamente referenciados en las planillas de cálculo.
		Verificar que este documentado las condiciones climáticas por región	Se verificó la documentación de las condiciones climáticas por departamento.
3C1	Quema de biomasa	Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario	Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
		Verificar la documentación de cultivos que se queman	Se verificó que la lista de cultivos que se queman fuera respaldada por el sector.
		Verificar la documentación de pastizales que se queman	Los datos de actividad recabados a través de juicio de experto se encuentran debidamente documentados.
3C3	Aplicación de urea	Garantizar que los datos de la actividad se han transcrito adecuadamente en las hojas de trabajo	Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
		Garantizar que los factores de emisión se han asignado como corresponde	Se ha verificado que la elección del FE sea representativa para la realidad nacional.
3C4 — 3C5	Emisiones directas e indirectas de suelos gestionados	Comparar los datos específicos del país sobre consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de uso de fertilizantes de la IFA (https://www.fertilizer.org/) y con las estimaciones del consumo de fertilizantes sintéticos de la FAO (http://www.fao.org/faostat/en/#home)	Los datos reportados en FAOSTAT referidos a los datos importación de urea, son diferentes a los datos oficiales de las estadísticas nacionales del sector. A través de un muestreo al azar, se verificó una diferencia porcentual de -0.14% entre los valores reportados en FAOSTAT (358,537.75 toneladas) y los reportados en las

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
			estadísticas del sector (358,008.42 toneladas), con respecto a la cantidad de urea importada el año 2016.
3C7	Cultivo de arroz	Realizar una verificación cruzada de los rendimientos de cultivos agregados y de las estadísticas de superficie de campo declaradas con los totales nacionales y otras fuentes de rendimiento de cultivos/datos de superficie.	Se ha verificado que la superficie total nacional del dato de actividad resulta de las superficies regionales, declarado en las series estadísticas anuales del sector.
		Verificar la documentación de prácticas de manejo del agua;	Los sistemas de riego del cultivo de arroz han sido clasificados a partir de juicio de expertos. El proceso se encuentra documentado en el informe de consulta de expertos (MIDAGRI 2020).

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

ANEXO X.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC

Tabla 169. Hallazgos de la revisión externa del experto Walter Oyhantcabal al INGEI 2016 y acciones implementadas

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
I. Aspectos generales			
	<p>Se aplicaron íntegramente y de manera correcta las Directrices del IPCC de 2006. En la mayoría de las fuentes se utilizan métodos de Nivel 1. En algunos casos se emplearon factores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.</p> <p>En algunos sitios aislados de las planillas preliminares “sobrevivían” menciones a las Directrices de 1996, y OBP de 2000 que deben eliminarse</p>	<p>Se recomienda que Perú justifique en el informe de RAGEI por qué consideró más adecuado usar los valores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>	<p>En el documento RAGEI 2016 se ha justificado la aplicación de factores tomados de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>
II. Agricultura			
3A1. Fermentación entérica	<p>Por primera vez Perú utiliza un Nivel 2 para las estimaciones, lo cual está en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006 y significa un gran salto metodológico.</p> <p>Según los resultados de la hoja “Resultados RAGEI 2016” toda la fermentación entérica totaliza 14.074 GgCO₂eq. La subcategoría “Otros ganados” vacunos significa 9.175 Gg. O sea, el 65%, por lo cual es particularmente significativa. Las vacas lecheras significan 2.187 Gg, o sea un 16%.</p> <p>Una subcategoría es significativa dentro de una categoría principal si explica 25-30% o más de las emisiones de esa categoría.</p> <p>Por lo tanto, y según el árbol de decisión, sólo hace falta usar una desagregación de la subcategoría en los datos de actividad para “Otros ganados”, cosa que Perú ha hecho correctamente, en base a los datos estadísticos disponibles.</p>		<p>Se ha realizado una caracterización mejorada de la población del ganado vacuno, desagregándola por clases de edad y género, para la utilización de un Nivel 2 en la estimación de las emisiones de CH₄ por fermentación entérica.</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	La categoría "Ganado lechero" debería denominarse "Vacas lecheras" en línea con El Cuadro 10.1 de las Directrices de 2006, dado que refiere únicamente a ganado lechero maduro en dedicado a la producción de leche con fines comerciales.		Se ha corregido la denominación más apropiada en las planillas de cálculo.
	Los factores de emisión Nivel 2 para "Otros Ganados" resultaron ser mucho más altos que los valores Nivel 1 de las Directrices del IPCC. La digestibilidad influye de una manera muy importante en el FE. Para el Nivel 2 en "Otros ganados", si se usan valores de la consulta de expertos el valor medio del FE se eleva a 118,3, si se usan valores medios de digestibilidad proporcionados por MIDAGRI, el FE resulta de 85,7. El valor por defecto del IPCC es 56.	Se recomienda muy especialmente a Perú revisar la correcta aplicación del método Nivel 2, detectar el error, y corregir el FE para obtener valores correctos.	Se revisó con un experto nacional los resultados del proceso de dictamen de expertos y se determinaron factores de emisión más apropiados y afines con las Directrices del IPCC.
	No se reporta el cálculo con Nivel 1, lo que sería útil para visualizar el cambio en exactitud que representa pasar a Nivel 2. Tampoco se calculan los factores de emisión para Nivel 2 por el método simplificado, lo que es útil como chequeo.	Incluir en las planillas finales estos cálculos y reflejarlos en el RAGEI. Incluir el cálculo por el método simplificado.	Las planillas finales incluyen los cálculos de las emisiones por fermentación entérica con Nivel 1 y los FE calculados por el método simplificado.
	El valor utilizado para la producción de leche por día en el Nivel 2 de Vacas lecheras (producción comercial) (10,9 litros/día) no coincide con el que resulta de dividir la producción total por el número de vacas lecheras en sistemas comerciales. (6.2). El cambio en el valor de producción de leche tiene un impacto muy fuerte en el FE de esta categoría: 104,1 si 10,9 litros vs. 85.1 si 6.2	Se recomienda un cuidadoso control de calidad (QC) del cálculo y de los parámetros utilizados. En particular, porque tiene mucha influencia en el resultado obtenido, el valor de digestibilidad media de la dieta y la producción media de leche de las vacas lecheras.	Se ha consensado con MIDAGRI el mejor valor para representar la producción de leche, el cual fue aplicado en las planillas de cálculo.
	No está claro si se usó la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros) para estimar las emisiones por fermentación entérica.	Se debe usar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes,	Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes).

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
		entre otros) para estimar las emisiones por fermentación entérica.	
	Hay un error en el cálculo de la energía bruta del ganado (ecuación 10.16 de las Directrices de 2006) correctamente identificado por el QA de la consultora GAUSS		Se corrigió la ecuación 10.16 de las planillas de cálculo.
	Hay un error en la elección del valor para T>25 C, que debe ser 2 para las vacas lecheras y no 1 según las Directrices del IPCC 2006.		La planilla de cálculo fue corregida con el factor de emisión correcto.
3A2. Manejo de estiércol	<ul style="list-style-type: none"> • Se estimaron correctamente las emisiones de esta fuente, salvo en el caso de las aves, cerdos, cuyes, las emisiones de esta fuente con los métodos Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006. • En las aves, cerdos y cuyes, no parece que se utilizó como dato de actividad la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año, lo cual sobreestima las emisiones. 	Se debe calcular la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros).	Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes) para estimar las emisiones por manejo de estiércol, según corresponda.
3C1. Quema de biomasa	La quema en tierras de cultivo y pastizales no está estimada al faltar el dato de área quemada	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar en el RAGEI las razones de la no estimación. • Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario. 	Se ha incluido la estimación de esta categoría en la versión final de las planillas.
3C2. Encalado	Perú no estimó las emisiones del encalado en las planillas preliminares presentadas. La razón es la no disponibilidad de datos de actividad sobre uso de calcita y dolomita en las tierras	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar en el RAGEI las razones de la no estimación. • Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el 	En el presente documento se explican las razones por las cuales no se estima la categoría encalado.

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
		próximo inventario.	
3C3. Aplicación de urea	<ul style="list-style-type: none"> Perú estimó las emisiones con datos de actividad de uso de urea y métodos de las Directrices del IPCC de 2006 Se asume que toda la urea es importada. 	<ul style="list-style-type: none"> Observar si esta fuente es una categoría principal. En cuyo caso es aconsejable usar un FE país específico. Verificar que no exista producción nacional de urea. 	<ul style="list-style-type: none"> Se ha explicado en el documento RAGEI 2016 el uso del dato de actividad empleado. La aplicación de urea no es una categoría principal.
3C4. Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados	<ul style="list-style-type: none"> Revisar columna C4 de la Hoja de cálculo de INFO procesada. No se informan las emisiones de N aplicado al arroz. Muy elevadas en Perú. Dato ya disponible del experto Bruzzone 	Revisar columna C4 y estimar las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad en el cuadro	Por juicio de experto, se han estimado las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad.
3C5. Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados	La estimación del N_{MMS_Avb} de la fila 52 debe sustituirse por el resultado de la aplicación de la ecuación 10.34, que incluye el almacenamiento sólido de estiércol y no de estiércol de animales en pastoreo. (QA GAUSS).		Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N_{MMS_Avb} correcto.
3C6. Emisiones indirectas de N₂O resultantes de la gestión del estiércol	<p>Ver el informe de QA de la consultora GAUSS.</p> <p>El N_{MMS_Avb} correcto puede estimarse a partir de los datos presentados en la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Debe ser la suma de la columna H de las filas 73 a 119.</p> <p>Por favor, usen también el $Fra_{COMBUST} = 0$, en la fila 51 de la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" porque la fracción de estiércol quemado no está incluida en el N_{MMS_Avb} de la hoja de cálculo "3C6 Emisiones".</p> <p>Además, la estimación de las emisiones indirectas de N₂O en este cuadro (hoja de cálculo "3C6 Emisiones") debe suprimirse. Porque estas emisiones no están relacionadas con la gestión del estiércol sino con su aplicación al suelo. Por favor, suprima las columnas I a K, filas 73-119.</p>		Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N_{MMS_Avb} correcto.

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	Para futuras emisiones, las adiciones de N del material de cama deben ser incluidas (ecuación 10.34).		
3C7. Arroz	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó una consulta a expertos en arroz para actualizar la caracterización de aspectos tan relevantes para una estimación adecuada de las emisiones como el manejo del agua. Sin embargo, se observa poca coincidencia entre las opiniones de los expertos. • De acuerdo con informaciones posteriores, alguno de dichos expertos tendría un grado de experticia mayor. De ser así, el promedio simple de las opiniones podría no ser el mejor método. 	Dar mayor peso relativo a las opiniones de él o los expertos más calificados	Se ha dado mayor peso relativo a la opinión del experto más calificado.
Transparencia	<ul style="list-style-type: none"> • Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes. Se incluye suficiente documentación clara para permitir que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan qué métodos se usaron, qué fuentes para los datos de actividad, y los factores de emisión y otros parámetros necesarios. Esto permite que un interesado externo pueda reconstruir los resultados y pueda asegurarse de que cumplió con los requisitos de buenas prácticas para los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC de 2006. • No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia. 	Incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3A y 3C).	La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
Exactitud	Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que parece haber espacio para más	La exactitud de la estimación de las emisiones de la fermentación entérica en "Otros	En el presente documento, se han listado las mejoras a aplicar en el inventario de 2018.

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.	ganados” y “Vacas lecheras”, con Nivel 2 puede mejorarse en futuros inventarios y se sugiere jerarquizar este tema en el plan de mejora del inventario de 2018.	
Exhaustividad	El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar en el RAGEI las razones de las no estimaciones (NE). • Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario. 	El presente documento detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones por encalado. Asimismo, se han incluido en el plan de mejora.
Coherencia	La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenía el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.	No se realizó ninguna recomendación	La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
Comparabilidad	Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.	No se realizó ninguna recomendación	No se realizó ninguna acción.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

ANEXO X.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Agricultura – Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC

Tabla 170. Hallazgos de la revisión externa del experto Ioannis Sempos al INGEI 2016 y acciones implementadas

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
Datos de actividad	Evaluación de la variable de actividad: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) cobertura (si cubre el 100% de la actividad y si hay subestimación o doble contabilidad), iii) consistencia temporal	Todos los datos de actividad (AD) utilizados se presentaron de forma transparente en las hojas de cálculo. Para las categorías que no estaban disponibles, los datos de AD se presentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	-
		En cuanto a las estadísticas de la población ganadera, no estaba claro si las cifras de ganado se referían al total de la población por animal que estaba vivo durante cada año, o si reflejaban el número de animales en algún momento del año (por ejemplo, al final o al principio del año). Esta información es importante a efectos de transparencia, para que el lector entienda qué ajustes son necesarios en las estadísticas ganaderas para estimar la población media anual.	Por favor, incluya esta información en el informe de inventario (o en la sección de inventario de los reportes a la CMNUCC).	Se hará la consulta al sector para su inclusión en el informe
		Categorías 3A1, 3A2, 3C6 Hoja de cálculo: 3A1_3A2_3C6 INFO PROC La población media anual de Vacuno y Ovino Las poblaciones de ganado de Porcino, Ave y Cuyes se han ajustado para reflejar los animales que estaban vivos menos de un año y para estimar la población media anual. La población de Vacuno y Ovino no ha sido ajustada. Sin embargo, la edad de sacrificio de terneros (carne de vacuno) y corderos puede ser inferior a un año (por ejemplo, 8 meses para los terneros, 3-4 meses para los	Por favor, explique si es necesario ajustar el Vacuno y el Ovino para tener en cuenta los animales que vivieron menos de un año. Si es necesario ajustar, sírvanse proporcionar los supuestos necesarios de la fracción de Vacuno y Ovino que estuvieron vivos menos de un año, y los	No se considera necesario realizar el ajuste en ganado vacuno y ovino

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		corderos de engorde intensivo, etc.).	"días vivos" por tipo de animal.	
Documentación de datos de actividad	Describa y evalúe la forma de documentar las fuentes de información sobre los datos de actividad y sobre los supuestos utilizados a este respecto (si es necesario)	Las fuentes y las suposiciones sobre los DA se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	-
Factores de emisión	Evaluación de los factores de emisión: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) comparación con los FE por defecto del IPCC 2006, iii) coherencia temporal	Los factores de emisión y otros parámetros fueron coherentes con las Directrices del IPCC de 2006 para todas las categorías. Hubo algunas pequeñas desviaciones y/o errores que se resumen a continuación.	-	-
		<p>Categorías 3A1_3A2 Hoja de cálculo: 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 20 y 23) Posible error en la relación entre el peso vivo y el peso maduro El peso maduro de Toros y bueyes y Machos jóvenes en crecimiento es menor comparado con el peso vivo.</p>	Por favor, compruebe y corrija, si corresponde, las filas 20 y 23 de la columna C. En lugar de multiplicar el PV por el % del Peso Vivo, debe ser dividido, para que el peso maduro (adulto) sea mayor que el peso vivo.	Al ser una variable que no está claramente definida en las GL2006, se mantiene la relación entre el PV y Peso maduro que se venía aplicando.
	Nuevo elemento	<p>Categorías 3A1_3A2 Hoja de cálculo: 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 18-24 columna C e I) Error en la aplicación de la ecuación 10.6 de los GL del IPCC de 2006 El peso de la madurez en la columna C se utiliza para estimar la Energía Neta para el Crecimiento en la columna I de la hoja de cálculo. Sin embargo, de acuerdo con la ecuación 10.6 de las directrices, MW se refiere al "peso corporal vivo maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada, kg". Por lo tanto, el MW de la columna C, filas</p>	Por favor, corrija el error identificado en las fórmulas de la hoja de cálculo 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 18-24, columna C e I).	Se ha corregido el error identificado y se han aplicado los coeficientes correspondientes según las GL2006

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>18-24, debe cambiar a 520 kg cuando la especie está relacionada con el ganado lechero y a 431,51 cuando está relacionada con las vacas para la producción de carne.</p> <p>Además, hay un error en la fórmula de la columna I de la hoja de cálculo. En la fórmula, el MW se multiplica por la producción de leche, mientras que de acuerdo con la ecuación 10.6, debe ser multiplicado por "C = un coeficiente con un valor de 0,8 para las hembras, 1,0 para los castrados y 1,2 para los toros".</p>		
		<p>Categorías 3A1_3A2 Hoja de cálculo: 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 17-24) Posible incoherencia entre los supuestos Para estimar la energía neta para la actividad aplicando la ecuación 4 de las Directrices del IPCC de 2006, se considera que todo el ganado está pastando en grandes áreas. Esto no concuerda con el supuesto en la hoja de cálculo "FACTORES DE CONVERSIÓN" filas 167 y 168, de que el estiércol del 21% de Vacuno lechero y el 9% de Otro ganado vacuno se manejan bajo almacenamiento sólido (ya que el ganado está pastando en grandes áreas, ¿cómo se recoge y trata el estiércol bajo almacenamiento sólido?</p>	<p>Por favor, marque y utilice el más apropiado: Coeficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos.</p>	<p>Se mantiene el uso del coeficiente para pastoreo, considerando las características nacionales del sector ganadero</p>
		<p>Categorías 3A1_3A2 Hoja de cálculo: 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 17-24) Error de cálculo de la ENERGÍA BRUTA PARA VACUNOS, BUFALOS Y OVINOS (ecuación 10.16 de</p>	<p>Por favor, corrija la columna R, filas 18-24, correspondiente.</p>	<p>No se ha identificado el error de cálculo en la fórmula.</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>las Directrices del IPCC de 2006) La energía bruta para el Vacunos, Búfalos y Ovinos se estima aplicando la ecuación 10.16. De acuerdo con esta ecuación, el parámetro NEa de energía neta necesaria para el crecimiento debe dividirse por el parámetro REG. En los cálculos, el NEa se divide tanto por REM como por REG.</p>		
		<p>Categorías 3A2 Hoja de cálculo: 3A1_3A2 FACTORES DE EMISIÓN (filas 29) Error del factor de emisión de metano de Vacas lecheras para T>25 °C Según las Directrices del IPCC de 2006, el FE debe ser 2 y no 1 como se incluyó en la hoja de cálculo.</p>	<p>Por favor, corrija el FE en la fila 29, columna D.</p>	<p>Se ha corregido el FE mencionado</p>
<p>Documentación de los factores de emisión</p>	<p>Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión utilizados y, sobre las suposiciones, realizadas a este respecto (si es necesario)</p>	<p>Las fuentes y supuestos sobre los FE y otros parámetros se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>Documentación de la metodología</p>	<p>Describa si se lleva a cabo una documentación adecuada de la metodología utilizada para la categoría respectiva, es decir: definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3) y si se presenta la ecuación y/o el modelo utilizado y si se explica cada una de sus variables.</p>	<p>La metodología utilizada para todas las categorías se documentó de manera transparente en las hojas de cálculo. Se describieron adecuadamente todos los niveles metodológicos y variables.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>Aplicación de la metodología</p>	<p>Define whether an adequate interpretation of the methodology was carried out, so that there is coherence between what is expected with the method and the calculation made. In this item it is important to</p>	<p>La descripción de la metodología y su aplicación fueron, en la mayoría de los casos, totalmente coherentes. Hubo una pequeña interpretación errónea de las directrices de 2006 del IPCC en relación con la estimación del N excretado</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
	mention if the assumptions used are documented (if required) and if they are consistent	por los animales que afecta a casi todas las categorías de N ₂ O directo e indirecto. A continuación, se resumen todas las conclusiones.		
		<p>Categorías 3C4_3C5 Hoja de cálculo: 3C4_3C5 INFO PROC El cálculo de la cantidad de N del estiércol gestionado disponible para la aplicación en el suelo y para su uso como alimento, combustible o en la construcción no es coherente con las Directrices del IPCC de 2006 Error en una parte de las emisiones indirectas de N₂O de la gestión del estiércol La cantidad de N del estiércol gestionado disponible para la aplicación en el suelo y para su uso como alimento, combustible o en la construcción se calcula sumando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. la cantidad de N que es depositada por los animales en pastoreo en los sistemas de "pastura, prados y pradera" y, 2. la cantidad de estiércol que se quema de los animales tipo Alpaca y Llama pero no de los Porcinos (24% de estiércol de Alpaca y Llama). <p>Sobre la "cantidad de N de estiércol depositada por los animales de animales en pasturas, prados y praderas", no debe incluirse en estos cálculos según las ecuaciones del capítulo 11 de las Directrices de IPCC de 2006. Hay un doble conteo de una parte de las emisiones de N₂O procedentes de "la cantidad de N de estiércol depositada por los animales en pasturas, prados y praderas " porque se incluyen ambos:</p>	<p>La estimación del NMMS_Avb de la fila 52 debe sustituirse por el resultado de la aplicación de la ecuación 10.34, que incluye el almacenamiento o sólido de estiércol y no de estiércol de animales en pastoreo. El NMMS_Avb correcto puede estimarse a partir de los datos presentados en la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Debe ser la suma de la columna H de las filas 73 a 119. Por favor, usen también el FracCOMBUST =0, en la fila 51 de la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" porque la fracción de estiércol quemado no está incluida en el NMMS_Avb de la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Además, la estimación de las emisiones indirectas de</p>	<p>Se ha sustituido el valor de NMMS_Avb según se indica. Además, se ha cambiado la variable FracCOMBUS T a un valor 0.</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>- Para la estimación de "FON: cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros ", y Para "Fprp - cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas "</p> <p>Por lo tanto, no debe incluirse en el cálculo de la cantidad anual de N procedente del estiércol animal aplicado a los suelos (FAM y FOM).</p> <p>También hay una desviación adicional con respecto a las Directrices del IPCC de 2006 en la estimación de "cantidad de N de estiércol animal aplicada a los suelos: la fracción del 60% del estiércol utilizado como alimento no se pudo aplicar a la "cantidad de N que depositan los animales en pasturas, prados y praderas ".</p> <p>Por otra parte, el estiércol que se quema no debe incluirse en este cálculo porque no estará disponible para su aplicación en el suelo. Según el cálculo de la hoja de cálculo, en una etapa siguiente se resta el estiércol que se quema, pero utilizando un supuesto diferente (se quema el 15% del total de estiércol disponible para la aplicación en el suelo). La recomendación es no incluir "la cantidad de estiércol que se quema" en el cálculo de "La cantidad de N del estiércol controlado disponible para la aplicación en el suelo y para su uso como alimento, combustible o en la construcción" a fin de evitar mezclar dos supuestos diferentes sobre el estiércol quemado y la incertidumbre</p>	<p>N₂O en este cuadro (hoja de cálculo "3C6 Emisiones") debe suprimirse. Porque estas emisiones no están relacionadas con la gestión del estiércol sino con su aplicación al suelo. Por favor, suprima las columnas I a K, filas 73-119. Para futuras emisiones, las adiciones de N del material de cama deben ser incluidas (ecuación 10.34).</p>	

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>de la carga (24% de estiércol de alpaca y llama frente a 15% del total de estiércol disponible para la aplicación en el suelo).</p> <p>Otra cuestión es que la cantidad de estiércol que se gestiona bajo almacenamiento sólido no se incluye en el cálculo de la "cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción". Se trata del estiércol de Vacas lecheras (21% del estiércol), Otro ganado vacuno (9% del estiércol), Porcino (33%), Alpaca (11%) y Llama (11%). La fracción de estiércol que se quema es mejor no incluirla para la estimación del NMMS_Avb, sino también para la estimación del FAM.</p> <p>El efecto del material para cama no se incluye también en el cálculo.</p>		
	<p>Nuevo elemento</p>	<p>Categorías 3A2_3C4_3C5_3C6</p> <p>Hoja de cálculo: 3C4_3C5 INFO PROC, 3A1 EMISIONES T1_3A2, 3C4 EMISIONES, 3C5 EMISIONES y 3C6 EMISIONES</p> <p>Emisiones faltantes: emisiones de N2O directas e indirectas de la gestión del estiércol de Cuyes + emisiones directas e indirectas del estiércol de Cuyes que se esparce diariamente en el suelo</p> <p>Según la hoja de cálculo "FACTORES DE CONVERSIÓN", el 100% del estiércol que es extraído por Cuyes es esparcido diariamente. No se reportaron emisiones relacionadas con las emisiones directas e indirectas de N2O por el</p>	<p>Hoja de cálculo "3A1 EMISIONES T1_3A2": en la tabla de las filas 25-88, por favor agregue la estimación de las emisiones directas de N2O de la dispersión diaria de estiércol de Cuyes siguiendo la ecuación 10.25.</p> <p>Hoja de cálculo "3C6 EMISIONES": en la tabla de las filas 1-59, por favor agregue la estimación de las emisiones</p>	<p>Se ha agregado la estimación de emisiones indirectas de N2O de la dispersión diaria de estiércol de cuyes en la hoja de cálculo 3C6 emisiones, a partir de la fila 63, siguiendo la ecuación 10.34</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>manejo del estiércol y después de su aplicación al suelo.</p>	<p>indirectas de N₂O de la dispersión diaria de estiércol de Cuyes siguiendo la ecuación 10.25, 10.26 y 10.27. Hoja de cálculo "3C6 EMISIONES": en la tabla de las filas 63-124, por favor agregue la estimación de N disponible para aplicación al suelo de la dispersión diaria de estiércol de Cuyes siguiendo la ecuación 10.34.</p>	
		<p>Categorías 3C4_3C5 Hoja de cálculo: 3C4_3C5 INFO PROC Error en los cálculos de la FCR "cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos)" Hay un error en la aplicación de la ecuación 11.6 de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar Fcr. En la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" fila 100-133, Fcr se calcula mediante la siguiente fórmula: Cultivo(T)*(Área-Area quemada * Cf)*FracRenov * (Rag(T)*Nag(T)*(1-FracRemoc)+Rbg*Nbg) Esta fórmula es diferente a la de la ecuación 11.6.</p>	<p>Por favor, corrija la fórmula de la columna P filas 100-133 de la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" para que sea consistente con la ecuación 11.6 de los GL del IPCC de 2006.</p>	<p>Se ha corregido la fórmula mencionada, y se ha aplicado de manera correcta la ecuación 11.6 de las GL2006</p>
<p>Observaciones generales</p>	<p>Documento cualquier otra observación que no se encuentre en los elementos anteriores. Por ejemplo, sobre la coherencia de la magnitud de los resultados, etc.</p>	<p>La transparencia de las hojas de cálculo que contienen los datos de actividad, las hipótesis, los factores de emisión, otros parámetros y las emisiones fue excelente.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgos	Recomendación / Ajuste	Aplicación en las planillas
Ajuste realizado	Explicación del ajuste realizado, las razones, las fuentes de datos utilizadas y el método aplicado para el ajuste y la mejora prevista del inventario de GEI	Lo subrayado en amarillo indica las cuestiones que deben ser objeto de un ajuste. El más significativo fue una pequeña interpretación errónea de las directrices de 2006 del IPCC relativas a la estimación del N excretado por los animales que afecta a casi todas las categorías de emisiones directas e indirectas de N ₂ O.	-	-
Recomendaciones para la mejora continua	Respecto de cada categoría con posibilidades de mejora pero que no pudo ser ajustada, indique cualquier recomendación para mejorar la calidad o reducir la incertidumbre en los inventarios posteriores.	Categorías 3C4, 3C5 Hoja de cálculo: FACTORES DE CONVERSIÓN Emisiones de N₂O de la gestión del estiércol / Vacuno/ Nex La estimación del N ₂ O del vacuno se basa en el método del Nivel 1 aplicando los valores por defecto de Nex de las directrices del IPCC de 2006. Las Directrices de IPCC de 2006 incluyen un método de nivel 2 (ecuaciones 10.31, 10.32 y 10.33). Los datos y parámetros necesarios para aplicar el método del nivel 2 están disponibles en las hojas de cálculo porque se han utilizado para estimar las emisiones de fermentación entérica del vacuno mediante la aplicación de un método del nivel 2.	Utilice el método del Nivel 2 para estimar las emisiones de Nex y N ₂ O de la gestión del estiércol de ganado vacuno en el próximo inventario.	

Fuente: DGAAA - MIDAGRI, 2020

ANEXO XI. Procedimientos de Control de Calidad – Sector UTCUTS

Tabla 171. Procedimientos generales de control de calidad del sector UTCUTS

Actividad de Control de Calidad	Procedimiento realizado
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.	Se han realizado verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías para asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	Se verificó que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna. Se efectuaron verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría para detectar posibles errores de transcripción. Los datos fueron copiados de las fuentes originales para minimizar los errores de transcripción.
Verificar que las emisiones y remociones se estimen correctamente.	Se tomó una muestra representativa de los cálculos de las emisiones y remociones para verificar su correcta estimación
Verificar que las unidades de emisiones y remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	Se verificó que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo. Se verificó que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos. Se verificó que los factores de conversión sean correctos. Se verificó que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	Se verificó que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos. Se verificó que los campos de datos estén correctamente etiquetados. Se verificó que la documentación y la base de datos utilizada sean archivadas.
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	Se identificaron que los parámetros comunes a múltiples categorías guardaran coherencia en los valores utilizados en los cálculos de las emisiones y remociones.
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	Se verificó que los datos de emisiones y remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes. Se verificó que los datos de emisiones y remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos y cálculos intermedios.
Revisar el archivo y la documentación interna.	Se verificó la existencia de documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos. Se realizó la verificación de que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos. Se verificó que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada. Se verificó que el archivo de documentos sustentos sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario. Se verificó la integridad del archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.

Actividad de Control de Calidad	Procedimiento realizado
Verificar la coherencia de la serie temporal.	Se verificó la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Se verificó la coherencia en el método utilizado para los cálculos en la serie temporal. Se verificó que los cambios metodológicos y de datos fueran aplicados en los recálculos.
Verificar la exhaustividad.	Se verificó que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual. En relación con las subcategorías, se confirmó que todas las categorías sean cubiertas.
Revisiones de tendencias	Se realizó la comparación de las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría. Se verificó que el valor de los factores de emisión a través de la serie temporal se mantuviera constante. Se verificó que no exista alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad a través de la serie temporal.

Fuente: GTA, 2020

Tabla 172. Procedimientos específicos de control de calidad del sector UTCUTS

Subcategoría	Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
3B1 Tierras forestales	Verificar que los datos de actividad se han estratificado adecuadamente por regiones climáticas y tipos de suelos	Se ha verificado que las superficies de tierras en permanencias y conversiones se encuentren estratificadas por bioma (Amazonía, Costa y Sierra) según corresponda.
	Verificar que se han aplicado correctamente las clasificaciones/descripciones de la gestión	Se realizó la estratificación de la clase Tierras forestales que permanecen como tales, en áreas de bosque bajo manejo forestal, y otro bosque nativo.
	Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario	Los datos de actividad estadísticos y las matrices de uso y cambio de uso fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
	Verificar que los factores de cambio de las existencias de C, las existencias de C del suelo de referencia, las estimaciones de residuos (carga de combustible) y los factores de combustión y emisión de la quema de biomasa se han asignado adecuadamente	Se verificó que la asignación de factores de emisión se realizará adecuadamente y de manera consistente entre todas las categorías de uso de la tierra.
	Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherente con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie en cada categoría de uso.
	Verificar que el total de la superficie permanezca constante durante el período de inventario y las superficies por estrato sólo varía por	Se ha verificado que el total de la superficie nacional (129,426,589.44 ha) reportado en las matrices de uso y cambio de uso de la tierra permanezca

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
		uso de la tierra o por clasificación de gestión (el clima y los tipos de suelos deben permanecer constantes)	constante a lo largo de la serie temporal.
		Si se emplea el método de Nivel 2/3, el compilador del inventario deberá realizar una verificación cruzada de los factores específicos del país contra los valores por defecto del IPCC	Se realizó una comparación entre los factores de emisión país específicos (contenido de biomasa en bosques) y los valores por defecto del IPCC.
		Revisión de las regiones climáticas, tipos de suelos, clasificaciones de sistemas de gestión, factores de cambio de las existencias de C, existencias de C de referencia, estimaciones de residuos (carga de combustible), factores de combustión, y factores de emisión de no-CO ₂ para quema de biomasa específicos del país	Se verificó que la asignación de factores de emisión se realizará adecuadamente y de manera consistente entre todas las categorías de uso de la tierra.
		Verificar la documentación de los factores específicos del país	Los factores de emisión específicos del país han sido referenciados y respaldados por un documento sustento, el cual se encuentra almacenado en la carpeta sustento del RAGEI UTCUTS.
		Si se emplean diferentes factores de emisión, parámetros y métodos para los distintos años, se debe verificar la documentarse las razones de tales cambios	Se han utilizado los mismos factores de emisión y parámetros para los distintos años. En el caso de los métodos de representación de las tierras se han utilizado diferentes métodos para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, en los biomas Costa y Sierra. En el documento RAGEI de UTCUTS se ha detallado, de manera transparente las razones de tales cambios.
3B2	Tierras de cultivo	Verificar que los datos de actividad se han estratificado adecuadamente por regiones climáticas y tipos de suelos	Se ha verificado que las superficies de tierras en permanencias y conversiones se encuentren estratificadas por bioma (Amazonía, Costa y Sierra) según corresponda.
		Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario	Los datos de actividad estadísticos y las matrices de uso y cambio de uso fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
		Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherente con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie de la categoría de uso.

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
		Si se emplean diferentes factores de emisión, parámetros y métodos para los distintos años, se debe verificar la documentarse las razones de tales cambios	Se han utilizado los mismos factores de emisión y parámetros para los distintos años. En el caso de los métodos de representación de las tierras se han utilizado diferentes métodos para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, en los biomas Costa y Sierra. En el documento RAGEI de UTCUTS se ha detallado, de manera transparente las razones de tales cambios
3B3	Pastizales	Verificar que los datos de actividad se han estratificado adecuadamente por regiones climáticas y tipos de suelos	Se ha verificado que las superficies de tierras en permanencias y conversiones se encuentren estratificada por bioma (Amazonía, Costa y Sierra) según corresponda.
		Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario	Los datos de actividad estadísticos y las matrices de uso y cambio de uso fueron ingresados a las planillas directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
		Verificar que la acumulación de superficies por estratos en las hojas de trabajo sea coherentes con las estadísticas sobre el uso de la tierra	Se ha verificado que la suma de las superficies de los estratos (Amazonía, Costa y Sierra) sea coherente con el total de la superficie de la categoría de uso.
		Verificar que el total de la superficie debe permanezca constante durante el período de inventario y las superficies por estrato sólo varía por uso de la tierra o por clasificación de gestión (el clima y los tipos de suelos deben permanecer constantes)	Se ha verificado que el total de la superficie nacional(129,426,589.44 ha) reportado en las matrices de uso y cambio de uso de la tierra permanezca constante a lo largo de la serie temporal.
		Comparar los factores específicos del país con los factores de cambio de existencias y de emisión del Nivel 2 que se usaran para otros países con circunstancias similares, además de los valores por defecto del IPCC	Se realizó una comparación entre los factores de emisión país específicos (contenido de biomasa en bosques) y los valores por defecto del IPCC.
		Si se emplean diferentes factores de emisión, parámetros y métodos para los distintos años, se debe verificar la documentarse las razones de tales cambios	Se han utilizado los mismos factores de emisión y parámetros para los distintos años. En el caso de los métodos de representación de las tierras se han utilizado diferentes métodos para los periodos 2014-2016 y 2000-2012, en los biomas Costa y Sierra. En el documento RAGEI de UTCUTS se ha detallado, de manera transparente las razones de tales cambios.

Subcategoría		Actividad de control de calidad	Procedimientos realizados
3B5	Asentamientos	Verificar la documentación de las clasificaciones por regiones climáticas y tipos de suelos	Se ha buscado guardar coherencia con la clasificación por ecozonas utilizada en el Nivel de referencia de emisiones forestales. En el caso del bioma Amazonía, este incluye cuatro ecozonas (Selva alta accesible, selva alta de difícil acceso, selva baja, y zona hidromórfica)
3B6	Otras tierras	Efectuar un seguimiento permanente del total de la superficie de las tierras clasificadas como Otras Tierras dentro de las fronteras de cada país, y llevar registros transparentes sobre qué porciones se usan para estimar los cambios en las existencias de carbono.	Las matrices de uso y cambio de uso reportan la superficie de las permanencias y conversiones de la categoría Otras tierras. Asimismo, estas son incluidas para estimar los cambios de existencia de carbono en los reservorios correspondientes.
		Verificar la documentación de todas las fuentes de metadata y de datos utilizadas para estimar los parámetros específicos del país, y las estimaciones de medias y de varianza provistas	Todas las fuentes de información base de datos de actividad han sido documentadas y almacenadas en la carpeta Sustentos del RAGEI UTCUTS.

Fuente: GTA, 2020

ANEXO XII.a Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS – Walter Oyhantcabal, revisor de inventario de la CMNUCC

Tabla 173. Hallazgos de la revisión externa del experto Walter Oyhantcabal al INGEI 2016 y acciones implementadas

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
I. Aspectos generales			
<p>¿Se usan las Directrices del 2006 (y sólo cuando es justificado su refinamiento de 2019)?</p>	<p>Hasta 2014 Perú reportaba este sector de su inventario utilizando las Directrices Revisadas de 1996 del IPCC. Estas directrices aún se pueden utilizar, de acuerdo con las Decisiones vigentes de la COP de la CMNUCC. Sin embargo, Perú se planteó dar el salto en Agricultura a Directrices más actuales y completas como son las del IPCC de 2006. Desde la perspectiva de este proceso de consultoría corresponde felicitar a Perú por esta decisión aún no obligatoria, enfrentando los desafíos del cambio de metodología y la mejora de la exactitud y exhaustividad de su inventario.</p> <p>Hallazgo anterior: Se aplicaron íntegramente y de manera correcta las Directrices del IPCC de 2006. En la mayoría de las fuentes se utilizan métodos de Nivel 1. En algunos casos se emplearon factores de las Directrices de 2006 Revisadas en 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú. En algunos sitios aislados de las planillas preliminares “sobrevivían” menciones a las Directrices de 1996, y OBP de 2000 que deben eliminarse.</p>	<p>Se recomienda que Perú justifique en el informe de RAGEI por qué consideró más adecuado usar los valores de las Directrices de 2006 Revisadas en 2019. Por ejemplo, Perú puede explicar que como muchos países no Anexo I ha decidido utilizar las Directrices del IPCC de 2006 aprobadas por la CMNUCC, y que, si bien el refinamiento de 2019 aún no fue aprobado por la CMNUCC, entiende que se trata las mismas Directrices de 2006 solo que actualizadas recogiendo nueva literatura científica revisada por pares y por lo tanto más apropiada para los casos en que no se cuenta con factores, parámetros o métodos específicos de Perú. En la justificación se puede hacer referencia a las Decisiones 17/CP.8 y 2/CP.17 de la COP de la CMNUCC.</p>	<p>En el documento RAGEI 2016 se ha justificado la aplicación de factores tomados de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>
UTCUTS			
<p>Representación coherente de la tierra</p>	<p>Perú encaró para el RAGEI 2016 un ambicioso trabajo de mejora de la representación coherente de las tierras, en línea con las Directrices del IPCC de 2006. Se armó un equipo especializado en la</p>	<p>En suma, las matrices recomendadas fueron: a)1975-1994. Esta matriz es fundamental para estimar las emisiones y remociones por uso y cambio de uso sin</p>	<p>Resuelto en parte importante: a)1975-1994: Si, para la Amazonía, no para Costa y Sierra.</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>tarea, de tres personas, que durante varios meses de intenso trabajo y aplicando métodos de Nivel 2 y 3 logró una representación del uso y cambio del uso de la tierra para la totalidad de la superficie oficial del país, dividida en tres biomas: Amazonía, Costa y Sierra. Se destaca que, para la Amazonía, se logró reconstruir el uso y cambio de uso con el método 2 hasta el año 1975, evitando de esta manera introducir sesgos en el año base 1994. Estas mejoras representan un salto enorme en la calidad y exhaustividad del inventario de Perú en el sector UTCUTS.</p>	<p>incurrir en el sesgo de asumir que en el año base no hay cambios de uso. b)1994-2000 c)2000-2005 d)2005-2010 e)2010-2012 f)2012-2014 g)2014-2016, y h)1997-2016 (para disponer de los 20 años requeridos)</p>	<p>b)1994-2000: No c)2000-2005; no d)2005-2010: No e)2010-2012: No f)2012-2014: No g)2014-2016: Si, para los tres biomas y el total del país. h)1997-2016: Si, para los tres biomas y el total del país.</p>
<p>3B1a</p>	<p>Incluir el área de plantaciones en Costa y Sierra en TF-TF y estimar ganancias y pérdidas.</p>	<p>Las áreas de las categorías tierras convertidas en tierras forestales en Costa y Sierra, que no cuentan con matrices (método 2 o 3), pueden reportarse en esta categoría TF-TF, si bien son otras tierras convertidas en TF, según permiten las Directrices del IPCC: <i>"If land use data are not sufficient to support Approach 2 (see below), where the total (gross) land conversion areas can be quantified, the emissions and removals may be reported in the "land remaining in the same land-use category" (as specified in Table 3.2). This is because the data may only be sufficient to identify the net change in the area of each land-use category and not the total effect of all land conversions. However, in general, the methods for both soils and biomass</i></p>	<p>El área de plantaciones en costa y sierra ha sido incluida en 3B1b, considerándose como parte de las Tierras convertidas en Tierras Forestales (porcentaje asignado por juicio de experto)</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
		<i>related emissions estimation require land area data categorized by "lands remaining" and "converted to" categories and thus it is desirable to do this if possible, even if this is done using expert judgment".</i>	
	Uso del término "Bosque natural gestionado" se presta a confusión. Según el IPCC, las tierras gestionadas son las únicas que se incluyen en el inventario de emisiones antropogénicas.	Evitar la denominación que puede llevar a confusión: "Bosques gestionados". Se sugiere utilizar, por ejemplo: "Bosques naturales sin manejo forestal" y Bosques naturales con manejo forestal.	En las planillas finales, se cambió la denominación de "bosque natural gestionado" por "bosque nativo con manejo forestal"
3B1b	Las columnas D y E deben ser revisadas.	En esta hoja, en Amazonía se debería utilizar la notación "NO" (No ocurre) para el cambio de otras tierras a TF. Y se debería utilizar la notación "IE" o sea reportado en otra parte para los datos que se incluyan en 3B1a.	En la versión final de las planillas se han utilizado las notaciones NO y IE donde corresponden.
	No es claro si todos los cambios de otras tierras a tierras forestales corresponden a plantaciones y/o a regeneración de bosque nativo. Si son plantaciones: ¿hay extracción de madera mediante tala? ¿Hay otras fuentes de pérdidas (leña, perturbaciones)?	Verificar el hallazgo a efectos de la transparencia y la exactitud.	
3B2a	Se multiplica el total del área de cultivos perennes leñosos, y no el área en crecimiento. Recomendación: Discriminar área en crecimiento y área madura.	Discriminar área en crecimiento y área madura.	Resuelto en planillas finales
3B2b	La superficie de conversión del uso, para todas las categorías de uso de la tierra, en el periodo debe incluir la sumatoria de áreas durante 20 años (valor IPCC por defecto) y no el cambio entre 2014-2016.	Ajustar las áreas en forma acorde.	Se han ajustado las áreas de conversiones de uso para que incluyan la sumatoria de 20 años

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
3B3a	Para el cálculo del cambio en el COS se usa el valor 0,9 de las Directrices de 2006 Revisadas en 2019. Este valor corresponde a: <i>“Represents high intensity grazing systems (or cutting and removal of vegetation) with shifts in vegetation composition and possibly productivity but is not severely degraded”</i> ¿Cómo justifica Perú la elección de 0,9? ¿Es posible decir que en 36 millones de hectáreas hay alta intensidad de pastoreo, durante 20 años? El uso de 0,9 significa emisiones.	Revisar este factor. Adoptar un nivel 1 parecería más conservador, en el sentido de ni subestimar ni sobre estimar emisiones. Si se usa Nivel 1, es válido asumir que el COS está estabilizado. En cambio, sí parece lógico asumir cambios del COS en las tierras que están en conversión a otros usos.	Se ha revisado el supuesto del uso de 0,9 y se ha utilizado un nuevo supuesto para la aplicación de un factor diferente
3B3b	Nuevo hallazgo: Para el cálculo del cambio en el COS se usa el valor 0,9 de las Directrices de 2006 Revisadas en 2019. Este valor corresponde a: <i>“Represents high intensity grazing systems (or cutting and removal of vegetation) with shifts in vegetation composition and possibly productivity but is not severely degraded”</i> ¿Cómo justifica Perú la elección de 0,9? ¿Es posible decir que el las TF que pasan a Pastizales hay alta intensidad de pastoreo, durante 20 años? El uso de 0,9 significa emisiones.	Revisar el supuesto u justificarlo en el RAGEI	Se ha revisado el supuesto del uso de 0,9 y se ha utilizado un nuevo supuesto para la aplicación de un factor diferente
3B4a	“NE” significa un posible problema de exhaustividad. Las Directrices de 2006 proveen metodologías parciales para humedales. Las Directrices de 2006 Revisadas en 2019, proveen métodos más completos, aunque aún no es mandatorio usar estas Directrices. Sin embargo, la restricción principal que informa Perú es en los datos de actividad .	Incluir en el plan de mejora el desarrollo de actividad para esta categoría, con miras a informar esta categoría (no principal) en el RAGEI 2018 con un Nivel 1.	Incluido en el plan de mejora del RAGEI UTCUTS
3B4b	Hallazgo: ídem 3B4a	Incluido en el plan de mejora del RAGEI UTCUTS	Incluido en el plan de mejora del RAGEI UTCUTS

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
3B5a	Hallazgo: ídem 3B4a	Incluido en el plan de mejora del RAGEI UTCUTS	Incluido en el plan de mejora del RAGEI UTCUTS
3B5b	Sin observaciones		Sin observaciones
Resumen de "Transparencia"	Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes . Se incluye suficiente documentación clara para permitir que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan qué métodos se usaron, qué fuentes para los datos de actividad, y los factores de emisión y otros parámetros necesarios. Esto permite que un interesado externo pueda reconstruir los resultados y pueda asegurarse de que cumplió con los requisitos de <i>buenas prácticas</i> para los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC de 2006.		La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
	No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia.	Incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3C).	En el presente documento, se han listado las mejoras a aplicar en el inventario de 2018.
Resumen de "Exactitud"	Para el IPCC la exactitud significa que las emisiones no son ni sobreestimadas ni subestimadas, hasta donde sea posible juzgar. La exactitud requiere esfuerzos para eliminar el sesgo de las estimaciones del inventario en la recolección de datos de actividad (véase, especialmente, el Capítulo 2, Métodos para la recopilación de datos, y el Capítulo 3, Incertidumbres, de los volúmenes 1 y 2 a 5). La revisión de las incertidumbres se hará junto con el informe de RAGEI.	No hay recomendaciones para UTCUTS	No se realizó ninguna acción

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que parece haber espacio para más mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.</p>		
<p>Resumen de "Exhaustividad"</p>	<p>El concepto de exhaustividad que define el IPCC significa que se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases. Las <i>Directrices de 2006</i> recomiendan las áreas geográficas comprendidas dentro del alcance del inventario nacional de gases de efecto invernadero y señalan que en los casos en los que falten elementos, se debe documentar claramente su ausencia junto con la respectiva justificación de la exclusión. Para facilitar estos aspectos el IPCC presenta orientaciones para Agricultura en los Volúmenes 2 y 4 de las <i>Directrices</i>. El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).</p>	<p>1) explicar en el RAGEI las razones de las no estimaciones (NE). 2) Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.</p>	<p>El presente documento detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones en aquellas categorías reportadas como NE. Asimismo, se ha incluido en el plan de mejora su inclusión en el siguiente RAGEI.</p>
<p>Resumen de Coherencia</p>	<p>La Coherencia es un atributo clave de un inventario para garantizar la coherencia de las series temporales de las estimaciones del inventario y establecer la confianza en las tendencias del inventario. El Capítulo 5 de las <i>Directrices de 2006</i> (Coherencia de la serie temporal), proporciona métodos para garantizar la coherencia de la serie temporal en los casos en los que no es posible utilizar el mismo método y/o los mismos</p>	<p>Recomendación: Ninguna</p>	<p>No se realizó ninguna acción.</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>datos para todo el período. Este capítulo también brinda una <i>orientación de buenas prácticas</i> sobre cuándo corresponde volver a calcular las estimaciones para los años anteriores y métodos para dar cuenta de los cambios producidos en las emisiones y remociones a través del tiempo.</p> <p>La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenía el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.</p>		
<p>Resumen de Comparabilidad</p>	<p>La Comparabilidad implica, según el IPCC, que se declara el inventario nacional de gases de efecto invernadero de forma tal que permite su comparación con los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de otros países.</p> <p>Hallazgo: Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.</p>		<p>La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario: 1994, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016.</p>

Fuente: GTA, 2020

ANEXO XII.b Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector UTCUTS - Ioannis Sempos, revisor de inventario de la CMNUCC

Tabla 174. Hallazgos de la revisión externa del experto Ioannis Sempos al INGEI 2016 y acciones implementadas

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación , ajuste	Aplicación en las planillas
		Todos los datos de actividad (DA) utilizados se presentaron de forma transparente en las hojas de cálculo. Se utilizaron las claves de notación apropiadas (NO: no ocurre, NE: no estimado, IE: incluido en otro lugar). A continuación, se presenta una pregunta sobre las tierras reforestadas.	-	-
Datos de actividad	Evaluación de la variable de actividad: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) cobertura (si cubre el 100% de la actividad y si hay subestimación o doble contabilidad), iii) consistencia temporal	<p>Categorías 3B1 Hojas de cálculo: 3B1 Infobase Superficie reforestada acumulada</p> <p>Al considerar los datos de la superficie reforestada acumulada, observamos que la nueva tierra reforestada era de 7221 ha en 2016 y 6095 ha en 2015. Esto es 13316 ha de nuevas tierras reforestadas entre 2014 y 2016. ¿Podría explicar bajo qué categoría de uso de la tierra se incluye la reforestación en la matriz de 2014-2016? Según la matriz 2014-2016, la superficie forestada entre 2014-2016 es de 7325,37 ha. Por lo tanto, las tierras reforestadas no están incluidas en las tierras forestadas. Si el área reforestada se incluye bajo el FL restante, entonces en la hoja de cálculo "3B1a" y en la hoja de cálculo 1 de 4, los "Bosques naturales" deben subdividirse en bosques naturales antiguos con Gw=0 y en tierras reforestadas con un Gw diferente de cero.</p>	Por favor, aclarar y ajustar los datos si es necesario.	Las plantaciones forestales (tierras reforestadas) están incluidas en la categoría Tierras convertidas en tierras forestales. Se dejó de utilizar las estadísticas nacionales para la superficie reforestada acumulada. A fin de guardar coherencia con los datos de las matrices de uso y cambio de uso, se desagregó la superficie de tierras convertidas en tierras forestales en plantaciones forestales y regeneración

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
				del bosque nativo.
Documentación de los Datos de Actividad	Describir y evaluar el modo de documentar las fuentes de información en los Datos de Actividad y en los supuestos empleados en este aspecto (si es requerido)	Las fuentes y las suposiciones sobre los DA se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.	-	-
Factores de emisión	Evaluación de los factores de emisión: i) adecuación a la metodología utilizada, ii) comparación con el IPCC 2006, iii) coherencia temporal	Los factores de emisión y otros parámetros (por ejemplo, el crecimiento anual de la biomasa) eran coherentes con los GL del IPCC de 2006 para todas las categorías. A continuación, se resumen algunas conclusiones de menor importancia.	-	-
		Categorías 3B1 Hojas de cálculo: 3B1 Proc Densidad básica media De acuerdo con la línea 180, el 95% del volumen total cosechado, que corresponde a 53 especies de árboles, se utilizó para estimar la densidad básica media. Al examinar los cálculos, observamos que en la hoja de cálculo de 2016 se utilizaron 35 especies y el 85% del volumen total cosechado para estimar la densidad básica media.	Por favor, corrija la información en las líneas 180 y 181 de la hoja de cálculo.	Se realizaron los ajustes correspondientes en la planilla de cálculo
		Categorías 3B1 Hojas de cálculo: 3B1 Proc Densidad básica media De acuerdo con la línea 180, el 95% del volumen total cosechado, que corresponde a 53 especies de árboles, se utilizó para estimar la densidad básica	Por favor, corrija la información en las líneas 180 y 181 de la hoja de cálculo.	Se realizaron los ajustes correspondientes en la planilla de cálculo

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>media. Al examinar los cálculos, observamos que en la hoja de cálculo de 2016 se utilizaron 35 especies y el 85% del volumen total cosechado para estimar la densidad básica media.</p>		
		<p>Categorías 3B1 Hojas de cálculo: 3B1a Crecimiento anual de los Bosques manejados Se considera que el crecimiento medio anual por encima de la superficie de la biomasa de los bosques gestionados en la Amazonía es de 1 tonelada dm/ha/año. De acuerdo con los GL del IPCC, este valor es para los bosques primarios definidos como bosques de crecimiento antiguo que están intactos o sin intervención humana activa. Dado que los bosques están gestionados (áreas de concesiones y autorizaciones para el uso de la madera), se puede considerar un Gw más alto, por ejemplo 2,3 toneladas dm/ha/año. Si los bosques se gestionan de manera que no afecten al Gw, entonces no es necesario considerar la posibilidad de cambiar el Gw.</p>	<p>Por favor, aclare y ajuste los cálculos si es necesario.</p>	<p>Aplicando un criterio conservador, se decidió, mantener el Gw de 1 tonelada dm/ha/año en bosques manejados.</p>
<p>Documentación de los Factores de Emisión</p>	<p>Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión utilizados y, sobre las suposiciones, realizadas a este respecto (si es necesario)</p>	<p>Las fuentes y supuestos sobre los FE y otros parámetros se documentaron de forma transparente en las hojas de cálculo.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
Documentación de la metodología	Describir si la documentación de la metodología utilizada es adecuada para la categoría correspondiente, es decir: definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3), si se presenta la ecuación y/o el modelo utilizado y si se explica cada una de sus variables.	La metodología utilizada para todas las categorías se documentó de manera transparente en las hojas de cálculo. Se describieron adecuadamente todos los niveles y variables de los niveles.	-	-
Aplicación de la metodología	Definir si se realizó una interpretación adecuada de la metodología, de manera que haya coherencia entre lo que se espera con el método y el cálculo realizado. En este punto es importante mencionar si los supuestos utilizados están documentados (si es necesario) y si son coherentes	La descripción de la metodología y su aplicación fueron totalmente coherentes. A continuación, se resumen algunas conclusiones que pueden dar lugar a estimaciones insuficientes o excesivas de las reservas de carbono.	-	-
		Categorías 3B1 Hojas de cálculo: 3B1b Plantaciones forestales Según el cuadro de la hoja 1 de 4, la superficie de tierra convertida en terreno forestal incluye las	Por favor, aclare y ajuste los cálculos si es necesario.	A fin de guardar coherencia con los datos de las matrices de uso y cambio

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
		<p>plantaciones forestales (81753ha). Sin embargo, el uso inicial de la tierra de estas plantaciones no está definido (no-TF). ¿Podría indicar bajo qué categoría se incluyen estas plantaciones en la matriz de uso de la tierra?</p> <p>¿Podría también aclarar si se han incluido en los cálculos y en qué categoría se han incluido las tierras reforestadas (tierras reforestadas acumuladas), que tienen un Gw de la misma magnitud que las plantaciones? (esto puede ser una subestimación del aumento de las existencias de biomasa).</p>		<p>de uso, se desagregó la superficie de tierras convertidas en tierras forestales en plantaciones forestales y regeneración del bosque nativo.</p>
		<p>Categorías 3B2a Hojas de cálculo: 3B2a Existencias de carbono de las tierras de cultivo (plantaciones leñosas perennes)</p> <p>Para estimar la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa de los cultivos perennes (plantaciones leñosas), se considera que todas las plantaciones (tanto las que han alcanzado la madurez como las que no lo han hecho) tienen un crecimiento anual de 2,6 toneladas C / ha/año. Este supuesto provoca una sobreestimación de las reservas de carbono porque el crecimiento anual se realiza sólo en los cultivos perennes que no han alcanzado la madurez.</p> <p>Para abordar esta sobreestimación, los cálculos deben ser más detallados teniendo en cuenta los años hasta la madurez. Los cálculos de la hoja de cálculo "3B2 Proc"</p>		<p>Se han ajustado los datos a través de una caracterización de los cultivos perennes por bioma, a fin de considerar ciclos de cosecha más apropiados según región climática.</p>

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
		deberían modificarse de manera que el crecimiento anual de 2,6 toneladas C / ha / año se aplique sólo a las plantaciones para los años hasta la madurez.		
Comentarios generales	Documento cualquier otra observación que no se encuentre en los elementos anteriores. Por ejemplo, sobre la coherencia de la magnitud de los resultados, etc.	La transparencia de las hojas de cálculo que contienen los datos de actividad, las hipótesis, los factores de emisión, otros parámetros y las emisiones fue excelente.	-	-
Ajusto realizado	Explicación del ajuste realizado, las razones, las fuentes de datos utilizadas y el método aplicado para el ajuste y la mejora prevista del inventario de GEI	El resaltado con texto amarillo indica las cuestiones que deben ser objeto de un ajuste. El más significativo fue una pequeña interpretación errónea de las directrices de 2006 del IPCC relativas a la estimación del N excretado por los animales que afecta a casi todas las categorías de emisiones directas e indirectas de N ₂ O.	-	-
Recomendaciones para la mejora continua	Respecto de cada categoría con posibilidades de mejora pero que no pudo ser ajustada, indique cualquier recomendación para mejorar la calidad o reducir la incertidumbre en los inventarios posteriores.	Las absorciones de la categoría 3B1a pueden estar sobreestimadas, ya que la zona afectada por las perturbaciones (por ejemplo, los incendios forestales) no se incluyó en los cálculos, porque no se disponía de información nacional. Las emisiones de la categoría 3C (quema de biomasa) no se notificaron porque no se disponía de datos nacionales. Las emisiones / absorciones de la categoría 3D1 (productos de madera	Es necesario obtener datos relacionados con los WE forestales y los productos madereros recolectados. Es necesario perfeccionar el cálculo de las reservas de carbono de las tierras de cultivo (plantaciones leñosas perennes).	La obtención de datos relacionados con los incendios forestales y los productos madereros recolectados están considerados en el plan de mejora para la elaboración del RAGEI 2018. Con respecto al cálculo de las reservas de

Elemento AC	Descripción de la actividad AC	Hallazgo, si aplica	Recomendación, ajuste	Aplicación en las planillas
		recolectada) no se notificaron. Las absorciones de la categoría 3B2a se estiman mediante las reservas de carbono de las tierras de cultivo (plantaciones leñosas perennes). Éstas deben volver a calcularse teniendo en cuenta que el crecimiento anual de las reservas de carbono debe aplicarse sólo a las plantaciones para los años que faltan para la madurez.		carbono de las tierras de cultivo (plantaciones leñosas perennes), se han ajustado los datos a través de un caracterización de los cultivos perennes por bioma, a fin de considerar ciclos de cosecha más apropiados según la región climática.

Fuente: GTA, 2020

ANEXO XIII. Procedimientos de Control de Calidad – Sector Desechos

Los procedimientos específicos de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 aplicados se describen a continuación:

Tabla 175. Procedimientos específicos de control de calidad del sector Desechos

Categorías/ subcategorías		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
4A	Eliminación de Desechos Sólidos	Incluir cantidad de desechos industriales en la estimación de las emisiones de GEI.	A la fecha de elaboración del RAGEI, no se contaba con información sobre la cantidad de residuos no municipales generados y dispuestos. Sin embargo, se ha considerado su recopilación como una acción de mejora.
		Incluir en el reporte, el ejercicio realizado sobre las emisiones de GEI considerando zonas climáticas.	La información ha sido incluida en el RAGEI.
		Incluir en el reporte el efecto causado por la recuperación de metano hallado en los rellenos sanitarios.	Se ha incluido la descripción de dicha información en el RAGEI.
		Asegurar que el total de los desechos sólidos generados se consideren en una categoría u otra del inventario.	Se ha descrito dicha información en la Tabla N°1 del RAGEI.
		Utilizar el potencial de calentamiento global de 21 para el metano.	Se ha utilizado dicho valor.
		Utilizar las tablas de reporte y claves de notación.	Se han utilizado dichas tablas de reporte y las claves de notación para mostrar los resultados.
		Es recomendable abordar la obtención de información a nivel de vertedero, composición y degradación de los desechos para subir de nivel de cálculo.	Se ha considerado dicha actividad como una acción de mejora.
4C2	Incineración abierta de desechos	Asegurar que el total de los desechos sólidos generados se consideren en una categoría u otra del inventario.	Se ha descrito dicha información en la Tabla N°1 del RAGEI.
		Actualizar la variable de actividad utilizada para estimar las emisiones de CH ₄ y de N ₂ O a la base húmeda y base seca realmente quemada.	La variable de actividad fue actualizada.
		Aclarar si las cantidades incineradas de la pestaña "InfoProc Total RRSS Incinerados" son realmente cantidades incineradas y si incluyen o no la parte biogénica de los residuos.	Se clarificó que las cantidades incineradas no incluyen residuos biogénicos.
		Utilizar las tablas de reporte y claves de notación.	Se han utilizado dichas tablas de reporte y las claves de notación para mostrar los resultados.
4D1	Tratamiento y eliminación de aguas	Incluir información sobre los dictámenes de expertos realizados en el RAGEI.	La información ha sido incluida en el RAGEI.

Categorías/ subcategorías		Actividad de control de calidad	Procedimiento realizado
residuales domésticas		Actualizar el valor correspondiente a la fracción de corrección para efluentes industriales considerando que las emisiones de esta fuente están incluidas en la subcategoría 4D2.	El factor de corrección para efluentes industriales es 1, considerando que las emisiones del tratamiento de aguas residuales industriales se reportan en la subcategoría 4D2.
		Corregir el error del factor de emisión para río, lago, mar.	El factor de emisión ha sido corregido.
		Corregir la estimación realizada para la población urbana. La suma de la población rural y urbana debe dar el total de la población nacional.	La estimación de la población urbana ha sido corregida para toda la serie del RAGEI (2016-1994).
		Se debe ajustar los datos de aguas residuales domésticas recolectadas ya que se observa que no es consistente en la serie temporal.	Los datos han sido ajustados utilizando la técnica de datos subrogados.
		No se considera información sobre lodos producto del tratamiento de aguas residuales domésticas.	La información sobre lodos en el país no se encuentra disponible, por lo cual las emisiones del tratamiento o eliminación de lodos no se abordan en el presente RAGEI. Sin embargo, se ha colocado como una acción en el plan de mejora del RAGEI.
		Utilizar claves de notación en las tablas de reporte.	Las claves de notación han sido utilizadas en las tablas de reporte de las Directrices del IPCC de 2006.
		Se recomienda tratar con las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) la posibilidad de derivar factores de emisión específicos para los tratamientos nacionales.	A la fecha de elaboración del RAGEI no se cuenta con dicha información. Sin embargo, se ha colocado como una acción en el plan de mejora.
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Cambiar el coeficiente de ajuste por aguas industriales de 1.25 a 1.	El coeficiente ha sido ajustado.
		Cambiar la referencia del tipo de tratamiento del papel de biológico a físico químico para ser conservadores.	Se ha colocado el tratamiento físico químico para las aguas residuales de la industria del papel.
		Utilizar las tablas de reporte de las Directrices del IPCC de 2006, utilizando claves de notación.	Las tablas de reporte han sido utilizadas para el reporte de los gases emitidos.
		Obtener información sobre los tipos de tratamiento de aguas residuales industriales in situ, cantidad de agua generada y la carga orgánica de la misma.	Al momento de elaboración del RAGEI, no se contó con dicha información por lo cual se han realizado supuestos en base a dictamen de experto. Sin embargo, se ha colocado como una acción de mejora del RAGEI.

Fuente: DGRS-MINAM, 2020; DGAAMI-PRODUCE, 2020; DGAA-MVCS, 2020

ANEXO XIV. Procedimientos de Garantía de Calidad – Sector Desechos – Revisores de inventarios de la CMNUCC

Tabla 176. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4A – Eliminación de Desechos Sólidos

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
Exhaustividad/Compleitud y doble contabilización	<p>¿Se reportan y se consideran en el inventario todos los tipos de residuos y sitios de disposición final que se dan en el país?</p> <p>¿Se queman residuos para valorización energética en el país? Si esta práctica ocurre en el país ¿dónde se consideran las emisiones?</p> <p>¿Existe recuperación de metano en vertederos o plantas de tratamiento de aguas? ¿En su caso, cómo se utiliza este metano y cómo se considera en el inventario?</p>	<p>Si se utiliza el modelo FOD de IPCC, comprobar que los porcentajes utilizados para obtener la tasa de corrección de metano son consistentes con los tipos de sitios de disposición final existentes en el país. Si no se utiliza el modelo IPCC, se deben estimar las emisiones de todos los sitios de disposición (botaderos y vertederos). Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas pueden ser enviados a vertedero. Las emisiones de esos lodos deben ser consideradas en esta categoría y no en la categoría 4D.</p> <p>Si se queman residuos para valorización energética, se debe comprobar que la cantidad de residuo quemado se sustrae de la variable de actividad del sector residuos y se considera en el sector energía como combustible.</p> <p>Si los residuos se queman sin valorización energética, sus emisiones se consideran en el sector residuos.</p> <p>Se debe verificar que el metano recuperado se sustrae de las emisiones del sector. Las emisiones de este metano recuperado deben estimarse en el sector energía si existe valorización energética.</p>
Metodología – Evaluación de la Exactitud	<p>¿Se utiliza el tier 1 (o superiores) del modelo FOD de las Guías IPCC 2006 para estimar las emisiones de metano de residuos sólidos incluyendo todos los sitios de disposición final?</p> <p>¿Se utiliza información histórica de las cantidades enviadas a sitios de disposición final y de su composición?</p>	<p>El modelo FOD se considera una mejor aproximación a las emisiones que otros métodos de cálculo (como el balance de masas), de modo que es recomendable utilizarlo. El modelo FOD debe considerar todos los residuos que se depositan en sitios gestionados y no gestionados.</p> <p>Es buena práctica utilizar información desde el año 1950 para estimar el modelo FOD. Si la información no está disponible, se puede utilizar uno de los métodos definidos en IPCC 2006:</p>

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
	<p>¿Es la información histórica consistente con la realidad del país?</p> <p>¿Se utilizan valores específicos al país o por defecto para los parámetros del modelo FOD?</p> <p>En caso de que se utilicen valores nacionales, ¿son consistentes con los proporcionados por defecto por IPCC para zonas climáticas similares?</p> <p>En caso de que se utilicen los valores por defecto ¿son apropiados para la zona climática del país y los tipos de residuos?</p>	<p>extrapolación, estimación con proxies, etc.</p> <p>Es buena práctica estimar la evolución temporal de los diferentes parámetros del modelo. Sin embargo, las desviaciones de los parámetros por defecto de IPCC deben estar debidamente justificadas.</p> <p>Los parámetros del modelo FOD se definen de manera automática al seleccionar la región y la zona climática.</p> <p>En caso de utilizar valores nacionales, verificar que los valores están en el rango de los valores por defecto IPCC para la zona climática correspondiente.</p> <p>Verificar que la zona climática se ha seleccionado apropiadamente y que los parámetros del modelo no han sido modificados.</p>
<p>Metodología – Evaluación de la consistencia, comparabilidad y el reporte de las emisiones</p>	<p>¿Son la serie de población, tasa de generación de residuos y cantidades enviadas a vertedero, y la composición de los residuos consistentes?</p> <p>En caso de que se utilicen valores por defecto de las Guías IPCC 2006, ¿son específicos para el país y la región? En caso de que no sea así, ¿está la selección de los valores por defecto debidamente justificada?</p> <p>¿Son los valores de factor de corrección de metano consistentes con la evolución de las prácticas de gestión de residuos del país?</p> <p>¿Son los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas enviados a vertedero?</p> <p>En caso de que se quemem residuos en los sitios de disposición final, ¿se sustraen</p>	<p>Es habitual que las series de residuos mejoren con el tiempo. Es posible que los países recopilen valores nacionales para años recientes, pero no para toda la serie. Es buena práctica utilizar datos nacionales cuando sea posible. Cuando valores nacionales y valores por defecto se mezclan en una serie temporal, hay que evaluar detalladamente la consistencia. El uso de las técnicas descritas en el capítulo 6 volumen I de IPCC es recomendable. En cualquier caso, la evolución de la serie temporal de todos los parámetros debe estar razonada y justificada.</p> <p>Cuando un valor por defecto en las guías IPCC no se proporciona para un país o región, es aceptable utilizar un valor por defecto de un país o región similar. La selección de otros factores debe estar justificada (clima, geografía, población, etc. similar)</p> <p>La distribución de los residuos entre las diferentes prácticas de gestión de residuos sólidos y la disponibilidad de</p>

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
	<p>las cantidades de la variable de actividad del modelo FOD y se consideran en la categoría 4C?</p>	<p>datos cambian con el tiempo. Verificar que la evolución histórica de los porcentajes asignados a los diferentes sitios de disposición es consistente con la realidad del país (por ejemplo, es esperable que la cantidad de residuos tratados en vertederos gestionados aumente y la cantidad en vertederos no gestionados disminuya) junto con la evolución de otras categorías del sector (la quema de residuos a cielo abierto suele reducirse a niveles altos de PBI).</p> <p>Si los lodos se depositan en vertederos/botaderos, las emisiones de metano se deben considerar en esta categoría y no en la categoría 4D tratamiento y eliminación de aguas residuales.</p> <p>Verificar que no existe doble contabilidad en las categorías 4A y 4C para aquellos residuos que se queman en vertedero.</p>
<p>Metodología – Evaluación de la transparencia/ documentación</p>	<p>¿Se describen y se documentan la variable de actividad, factores de emisión, parámetros del modelo, prácticas de gestión de residuos, composición de residuos y todos los juicios de experto realizados, tanto en las hojas de cálculo como en el informe de inventario?</p> <p>¿Se describe claramente la distribución de residuos entre los distintos tipos de sitios de disposición final?</p> <p>En caso de exista recuperación de metano, quema en antorcha y/o valorización energética, ¿se documentan las fuentes de información y se describe dónde están consideradas las emisiones en el informe de inventario?</p>	<p>Todos los parámetros del modelo FOD deben ser claramente descritos y sus fuentes especificadas y documentadas.</p> <p>Es especialmente relevante que los juicios de experto se documenten especificando el autor, la fecha, el medio de recepción y todos los documentos que se hayan utilizado para justificar el juicio de experto.</p> <p>La distribución utilizada para calcular el factor de corrección de metano debe ser apropiadamente justificada y descrita tanto en los archivos de cálculo como en los informes de inventario.</p> <p>Si se descuenta el metano recuperado en las estimaciones realizadas, es especialmente importante documentar la fuente de información y el uso final del metano recuperado.</p>

Fuente: DGRS–MINAM, 2020

Tabla 177. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4C2 – Incineración abierta de desechos

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
Exhaustividad/Completitud y doble contabilización	<p>¿Se realiza la incineración y la quema a cielo abierto de residuos en el país?</p> <p>¿Se consideran todas las plantas de incineración existentes y todos los tipos de residuos quemados (municipales, industriales, médicos, peligrosos, etc.)?</p> <p>¿Considera el inventario todos los residuos quemados a cielo abierto?</p> <p>¿Se estiman todas las emisiones de CO₂ fósil (procedentes de plásticos, textiles, caucho, etc), CH₄, N₂O y las emisiones de precursores?</p>	<p>Si la incineración y quema a cielo abierto ocurren en el país, tienen que reportarse en el inventario, pese a que sean prácticas ilegales. La información sobre incineración y quema debe ser consistente con la distribución de prácticas de gestión de residuos sólidos del país.</p> <p>Se deben considerar la incineración de todos los tipos de residuos. En algunos países es factible realizar un listado de plantas, ya que es una práctica habitualmente limitada y controlada por las administraciones públicas.</p> <p>Para la quema a cielo abierto, puede ser complejo determinar la cantidad total de quema a cielo abierto debido a la ausencia de estadísticas de calidad. Los compiladores de inventario deben considerar fuentes de información alternativas para evitar la infraestimación de las emisiones. Si se quema a cielo abierto en las zonas rurales, esto se debe considerar en el inventario.</p> <p>El capítulo 5 del volumen 5 de las guías IPCC 2006 proporciona métodos y factores de emisión para estimar las emisiones de CO₂ fósil, CH₄ y N₂O. Para los precursores, se pueden utilizar las guías EMEP/EEA 2016 o las guías US-EPA 42</p>
Metodología – Evaluación de la exactitud, consistencia, comparabilidad y el reporte de las emisiones	<p>¿Considera el método utilizado para estimar las emisiones de CO₂ de incineración y quema a cielo abierto únicamente la fracción fósil de carbono?</p> <p>¿Son los parámetros utilizados (contenido de materia seca, contenido en carbono, contenido en carbono fósil, factor de oxidación) coherentes con los valores por defecto de IPCC 2006?</p>	<p>En la metodología IPCC 2006 sólo se estima la fracción fósil de CO₂.</p> <p>El capítulo 5, Volumen 5 de las Guías IPCC 2006 proporciona parámetros por defecto y factores de emisión por defecto para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en la incineración y quema a cielo abierto de residuos. Sin embargo, se pueden utilizar valores nacionales para realizar la estimación. Verificar que los valores nacionales se encuentran en el rango de los valores propuestos en las guías IPCC 2006.</p>

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
	<p>¿Se calculan las emisiones de incineración y quema a cielo abierto utilizando la misma metodología y fuente de información para toda la serie histórica?</p> <p>¿Se considera en el inventario la incineración de residuos con y sin recuperación energética?</p>	<p>Las emisiones de incineración y quema a cielo abierto de residuos se deben calcular utilizando, en caso de que sea posible, la misma metodología y fuente de información para toda la serie histórica. En caso de que no sea posible, se recomienda utilizar el capítulo 5, volumen 1, sección 5.3 de las guías IPCC 2006.</p> <p>Las emisiones de incineración de residuos sin recuperación energética se reportan en el sector residuos, mientras que la incineración con recuperación se reporta en el sector energía, diferenciando entre contenido fósil y biogénico para el cálculo de las emisiones de CO₂.</p>
Metodología – Evaluación de la transparencia/documentación	¿Se describen y se documentan la variable de actividad, factores de emisión y todos los juicios de experto realizados, tanto en las hojas de cálculo como en el informe de inventario?	El informe de inventario y los archivos de cálculo deben contener la suficiente información para permitir la reproducción de los cálculos.
4.C.1 – Incineración de residuos	¿Proporciona el país información sobre la composición de residuos incinerados?	Las emisiones de CO ₂ de origen fósil se incluyen en el inventario (incluidos en los totales). La información de la composición de los residuos ayuda a entender cómo se ha derivado y utilizado la fracción fósil.
4.C.2 – Quema a cielo abierto de residuos	¿Proporciona el país información sobre la composición y otros parámetros utilizados en las estimaciones de emisiones de quema a cielo abierto?	<p>En países en desarrollo la fracción de la población que quema residuos (P_{frac}) puede ser aproximada, en zonas urbanas como la suma de la población cuyos residuos no son recolectados, y en zonas rurales como la totalidad de la población.</p> <p>Para países con buenos sistemas de recolección de residuos, es buena práctica investigar si hay fracción de carbono fósil que es quemada a cielo abierto.</p> <p>Las emisiones de CO₂ de origen fósil se incluyen en el inventario (incluidos en los totales). La información de la composición de los residuos ayuda a entender cómo se ha derivado y utilizado la fracción fósil.</p>
Exhaustividad/Completitud y doble contabilización	¿Se realiza la incineración y la quema a cielo abierto de residuos en el país?	Si la incineración y quema a cielo abierto ocurren en el país, tienen que reportarse en el inventario, pese a

Problemas Potenciales	Pregunta	Aclaración
Elemento por revisar		
	<p>¿Se consideran todas las plantas de incineración existentes y todos los tipos de residuos quemados (municipales, industriales, médicos, peligrosos, etc.)?</p> <p>¿Considera el inventario todos los residuos quemados a cielo abierto?</p> <p>¿Se estiman todas las emisiones de CO₂ fósil (procedentes de plásticos, textiles, caucho, etc), CH₄, N₂O y las emisiones de precursores?</p>	<p>que sean prácticas ilegales. La información sobre incineración y quema debe ser consistente con la distribución de prácticas de gestión de residuos sólidos del país.</p> <p>Se deben considerar la incineración de todos los tipos de residuos. En algunos países es factible realizar un listado de plantas, ya que es una práctica habitualmente limitada y controlada por las administraciones públicas.</p> <p>Para la quema a cielo abierto, puede ser complejo determinar la cantidad total de quema a cielo abierto debido a la ausencia de estadísticas de calidad. Los compiladores de inventario deben considerar fuentes de información alternativas para evitar la infraestimación de las emisiones. Si se quema a cielo abierto en las zonas rurales, esto se debe considerar en el inventario.</p> <p>El capítulo 5 del volumen 5 de las guías IPCC 2006 proporciona métodos y factores de emisión para estimar las emisiones de CO₂ fósil, CH₄ y N₂O. Para los precursores, se pueden utilizar las guías EMEP/EEA 2016 o las guías US-EPA 42</p>

Fuente: DGRS-MINAM, 2020

Tabla 178. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Problemas Potenciales		
Elemento por revisar	Pregunta	Elemento por revisar
Exhaustividad/Compleitud y doble contabilización	<p>¿Se reporta información sobre el grado de utilización de cada tipo de descarga y tipo de tratamiento en el informe de inventario?</p> <p>¿Se incluyen y estiman emisiones de aguas domésticas e industriales en el inventario?</p> <p>¿Se estiman y reportan las emisiones de CH₄ y N₂O en el inventario?</p>	<p>La completitud del inventario se puede verificar utilizando el grado de utilización de cada tipo de tratamiento o descarga (T). La suma de T debe ser igual al 100%. Es buena práctica realizar un diagrama como el de la figura 6.1 (capítulo 6 volumen 5 de IPCC 2006) para considerar todos los tipos de descargas y/o tratamientos.</p> <p>Todos los países generan aguas residuales domésticas e industriales y son potenciales fuentes de emisiones de GEI. Ambas fuentes emisoras se deben considerar en el inventario.</p> <p>El capítulo 6, volumen 5 de las guías IPCC 2006 proporciona metodologías, factores de emisión y parámetros para estimar emisiones CH₄ y N₂O del tratamiento y descarga de aguas residuales. Las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y no se deben incluir en los totales nacionales.</p>
Metodología – Evaluación de la exactitud, consistencia, comparabilidad y el reporte de las emisiones	<p>¿Son los métodos utilizados por el país para estimar las emisiones de metano y N₂O consistentes con las guías IPCC 2006?</p> <p>¿Se han seleccionado la variable de actividad, factores de emisión y parámetros apropiados a las características del país y de forma consistente para toda la serie temporal?</p> <p>Cuando se depositan lodos en vertedero, se aplican en suelos agrícolas o se incineran, o cuando se recupera gas de</p>	<p>En el capítulo 6 del volumen 5 de IPCC 2006 se proporcionan metodologías y parámetros para estimar las emisiones de metano y N₂O en el tratamiento y eliminación de aguas residuales.</p> <p>Se deben utilizar factores de emisión y parámetros consistentes con los tipos de tratamientos y descargas que se realizan en el país.</p>

Problemas Potenciales		
Elemento por revisar	Pregunta	Elemento por revisar
	vertedero para su uso energético, ¿realiza el país un reporte consistente en los diferentes sectores y categorías del inventario?	Ciertas cantidades de lodos de aguas industriales o domésticas se pueden incinerar o depositar en vertedero o en tierras agrícolas. Esto constituye una cantidad de materia orgánica que debe ser sustraída de la variable de actividad de la categoría 4D. Es Buena práctica ser consistente entre sectores: la cantidad de lodos sustraídos de la variable de actividad de la categoría 4D debería ser igual a la cantidad de lodos depositada en vertedero (4A), aplicada en suelos agrícolas (ASOUT), incinerado (4C) o tratado de otra forma.
Transparencia/documentación	¿Son la metodología, variable de actividad y factores de emisión documentados de forma suficiente por el inventario?	El informe de inventario debe contener una documentación adecuada que permita reproducir las series de variable de actividad y de emisiones. Esto es también esencial para la transparencia.
4D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	<p>¿Considera el país en la categoría 4D1 el volumen de efluentes industriales vertidos en sistemas de alcantarillado/descarga domésticos?</p> <p>¿Se consideran todos los tipos de descarga y tratamiento existentes en el país?</p> <p>¿Se describen los Sistemas de tratamiento existentes en el país y se justifican adecuadamente los factores de emisión seleccionados?</p> <p>¿Cuál es el tratamiento realizado con los lodos que se producen en las plantas de tratamiento de agua?</p>	<p>Las descargas de aguas industriales en sistemas de domésticos deben estimarse en la categoría de aguas domésticas.</p> <p>Existen diferentes tipos de tratamientos en los países, que llevan asociados diferentes niveles de emisión. El inventario debe reflejar los cambios en los sistemas de descarga, especialmente a lo largo del tiempo.</p> <p>La tabla 6.3 del capítulo 6, volumen 5 de IPCC 2006 proporciona una descripción detallada de los tipos de descarga y tipos de tratamiento de aguas por</p>

Problemas Potenciales		
Elemento por revisar	Pregunta	Elemento por revisar
		<p>defecto que se pueden asimilar a los nacionales.</p> <p>Verificar cómo se consideran los lodos en el inventario, ya que se deben reportar en la categoría 4A en caso de que se trasladen y depositen en vertedero desde las plantas de tratamiento de agua.</p>

Fuente: DGAA – MVCS, 2020

Índice de tablas

Tabla 1. Asignación de los RAGEI, según sectores IPCC, para cada entidad competente 38

Tabla 2. Mejoras implementadas en el RAGEI 2016 del sector Desechos, Agricultura y UTCUTS 44

Tabla 3. Métodos aplicados por categorías y tipo de GEI 61

Tabla 4. Inventario nacional de gases de efecto invernadero de emisiones antropogénicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal y de los gases precursores 68

Tabla 5. Inventario nacional de gases de efecto invernadero de emisiones antropogénicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal y de los gases precursores 73

Tabla 6. Evaluación de nivel para la identificación de categorías principales – Método 1..... 82

Tabla 7. Evaluación de tendencia para la identificación de categorías principales – Método 1 84

Tabla 8. Resumen del análisis de categorías principales 86

Tabla 9. Actualización de la serie temporal de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 – sin UTCUTS 87

Tabla 10. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía, Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO₂eq) 96

Tabla 11. Procedimientos de control de calidad específicos 99

Tabla 12. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas..... 100

Tabla 13. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios 103

Tabla 14. Datos nacionales empleados en la categoría actividades de quema de combustibles 105

Tabla 15. Factores de emisión por tipo de combustible 109

Tabla 16. Datos nacionales empleados en la categoría emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustible 112

Tabla 17. Factor de emisión del metano de la minería subterránea del carbón 115

Tabla 18. Factores de emisión promedio de la subcategoría emisiones fugitivas..... 115

Tabla 19. Factores de emisión para las emisiones fugitivas 115

Tabla 20. Comparación de emisiones de GEI entre métodos del IPCC 118

Tabla 21. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión móvil (GgCO₂eq) 123

Tabla 22. Procedimientos de control de calidad específicos 125

Tabla 23. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Energía – Combustión Móvil 126

Tabla 24. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios 127

Tabla 25. Datos nacionales empleados en la subcategoría aviación 130

Tabla 26. Factores de emisión por defecto 131

Tabla 27. Datos nacionales empleados en la subcategoría transporte terrestre 133

Tabla 28. Factores de emisión por defecto 135

Tabla 29. Datos nacionales empleados en la subcategoría ferrocarriles..... 137

Tabla 30. Factores de emisión por defecto 139

Tabla 31. Datos nacionales empleados en la subcategoría navegación marítima y fluvial 141

Tabla 32. Factores de emisión por defecto	142
Tabla 33. Datos nacionales empleados en la subcategoría transporte todo terreno.....	144
Tabla 34. Factores de emisión por defecto	145
Tabla 35. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (GgCO ₂ eq).....	150
Tabla 36. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados	153
Tabla 37. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector PIUP	157
Tabla 38. Acciones de mejora planificadas para futuros inventarios	160
Tabla 39. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de cemento	164
Tabla 40. Factores de conversión empleados en el cálculo del factor de emisión	165
Tabla 41. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de cal	167
Tabla 42. Factores de emisión y de conversión utilizados	168
Tabla 43. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de vidrio	170
Tabla 44. Factores de emisión y de conversión utilizados	171
Tabla 45. Datos nacionales empleados en la subcategoría otros usos de carbonatos – cerámicas	173
Tabla 46. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados	174
Tabla 47. Datos nacionales empleados en la subcategoría Otros usos de carbonatos - Otros usos de la ceniza de sosa.....	176
Tabla 48. Factor de emisión y de conversión por defecto	177
Tabla 49. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de ácido nítrico	179
Tabla 50. Factor de emisión por defecto	180
Tabla 51. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de ceniza de sosa	181
Tabla 52. Factor de emisión por defecto	182
Tabla 53. Datos nacionales empleados en la subcategoría Producción de hierro y acero	183
Tabla 54. Factores de emisión y de conversión – emisiones de CO ₂	184
Tabla 55. Factores de emisión y de conversión – emisiones de CH ₄	184
Tabla 56. Datos nacionales empleados en la subcategoría producción de zinc	186
Tabla 57. Factor de emisión por defecto	187
Tabla 58. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO ₂ eq).....	192
Tabla 59. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados	195
Tabla 60. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Agricultura.....	196
Tabla 61. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI.....	198
Tabla 62. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH ₄ provenientes de la fermentación entérica.....	201
Tabla 63. Factores de emisión de la fermentación entérica	202
Tabla 64. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de ganado vacuno	202
Tabla 65. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de otras especies de ganado.....	203
Tabla 66. Densidad de la leche de vaca.....	203
Tabla 67. Energía Bruta convertida en metano por sector (Y _m).....	203
Tabla 68. Coeficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos	203

Tabla 69. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del manejo de estiércol	206
Tabla 70. Factores de emisión para emisiones de metano provenientes del manejo del estiércol	207
Tabla 71. Factores de Emisión de las emisiones directas de óxido nitroso del manejo del estiércol.....	208
Tabla 72. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo.....	209
Tabla 73. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹]	209
Tabla 74. PCG utilizado para el metano y óxido nitroso	209
Tabla 75. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH ₄ y N ₂ O provenientes de la quema de tierras de cultivo y pastizales	211
Tabla 76. Factores de Emisión para la categoría quema de biomasa	212
Tabla 77. Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa	212
Tabla 78. Porcentaje de quema de pastos	212
Tabla 79. PCG utilizado para el CH ₄ y N ₂ O.....	212
Tabla 80. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CO ₂ provenientes de la aplicación de urea	213
Tabla 81. Factores de Emisión de metano procedentes de la aplicación de urea	214
Tabla 82. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de N ₂ O provenientes de suelos gestionados.....	215
Tabla 83. Factores de Emisión de las emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados.....	217
Tabla 84. Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante	217
Tabla 85. Factores por defecto para la estimación del N agregado a los suelos a partir de Residuos Agrícolas.....	217
Tabla 86. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo.....	218
Tabla 87. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹]	218
Tabla 88. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N ₂ O provenientes de suelos gestionados	220
Tabla 89. Factores de Emisión de las emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados.....	222
Tabla 90. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N ₂ O provenientes del manejo de estiércol	224
Tabla 91. Factor de Emisión de las emisiones indirectas de óxido nitroso del manejo de estiércol.....	225
Tabla 92. Valores por defecto para la pérdida de nitrógeno debida a volatilización de NH ₃ y NO _x de la gestión del estiércol	225
Tabla 93. Valores por defecto del total de pérdida de nitrógeno producida por la gestión del estiércol.....	225
Tabla 94. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes de cultivos de arroz.....	227
Tabla 95. Factores de ajuste para determinar factores de emisión de cultivos de arroz	228
Tabla 96. Factor de emisión por defecto para campos continuamente inundados sin enmiendas orgánicas	228
Tabla 97. Factor de escala para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo de arroz	228

Tabla 98. Factor de escala para contar diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del período de cultivo de arroz	229
Tabla 99. Matriz de uso y cambio de uso de la tierra de la superficie total del país (ha), para el período 1997-2016.....	232
Tabla 100. Insumos para elaborar las matrices de uso y cambio de uso.....	233
Tabla 101. Correspondencia entre las clases del Mapa de cambio de uso de tierras del PNCBMCC y las categorías de tierras del IPCC.....	233
Tabla 102. Actualización de la serie temporal de emisiones y remociones de GEI del sector UTCUTS (GgCO ₂ eq).....	238
Tabla 103. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados.....	242
Tabla 104. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a las subcategorías del sector UTCUTS.....	243
Tabla 105. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI.....	247
Tabla 106. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	249
Tabla 107. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva	251
Tabla 108. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en tierras forestales.....	254
Tabla 109. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva.....	258
Tabla 110. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta	259
Tabla 111. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo.....	259
Tabla 112. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras de cultivos que permanecen como tierras de cultivos	262
Tabla 113. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva	264
Tabla 114. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo.....	264
Tabla 115. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en tierras de cultivos	268
Tabla 116. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva.....	271
Tabla 117. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta	271
Tabla 118. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo, en tierras convertidas en tierras de cultivo.....	272
Tabla 119. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en pastizales	276
Tabla 120. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva.....	277
Tabla 121 Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta	277

Tabla 122. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo	278
Tabla 123. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en asentamientos	282
Tabla 124. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva, en tierras convertidas en asentamientos	283
Tabla 125 Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio materia orgánica muerta, desde tierras forestales.....	283
Tabla 126. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo, en tierras convertidas en asentamientos	284
Tabla 127. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras convertidas en otras tierras	288
Tabla 128. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio biomasa viva.....	289
Tabla 129. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI en el reservorio carbono orgánico del suelo	289
Tabla 130. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Desechos (GgCO ₂ eq).....	297
Tabla 131. Acciones implementadas producto del proceso de control de calidad del sector Desechos	300
Tabla 132. Acciones implementadas como parte del proceso de garantía de calidad del sector Desechos	301
Tabla 133. Acciones de mejora generales planificadas para futuros inventarios.....	303
Tabla 134. Datos de actividad considerados en la metodología de cálculo 4A – Nivel 1	310
Tabla 135. Factores de emisión y conversión	312
Tabla 136. Datos de actividad considerados en la metodología de cálculo 4C2 – Nivel 1.....	314
Tabla 137. Factores de emisión y conversión	315
Tabla 138. Datos nacionales utilizados en la estimación de emisiones de metano del año 2016, para el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	317
Tabla 139. Factores de emisión y conversión	320
Tabla 140. Datos nacionales utilizados en la estimación de emisiones de metano del año 2016, para el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.....	322
Tabla 141. Factores de emisión y de conversión	323
Tabla 142. Factores de emisión y de conversión – Tipo de industria	323
Tabla 143. Emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 2000 -2016	325
Tabla 144. Emisiones de GEI (GgCO ₂) por la combustión de biomasa con fines energéticos, serie 2000 -2016	326
Tabla 145. Procedimientos generales de control de calidad del sector Energía – Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas	363
Tabla 146. Procedimientos generales de control de calidad adicionales	366
Tabla 147. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016	368
Tabla 148. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas	379

Tabla 149. Procedimientos específicos de control de calidad – Aviación civil	385
Tabla 150. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte Terrestre.....	385
Tabla 151. Procedimientos específicos de control de calidad en ferrocarriles	386
Tabla 152. Procedimientos específicos de control de calidad en Navegación marítima y fluvial	387
Tabla 153. Procedimientos específicos de control de calidad en Transporte todo terreno.....	387
Tabla 154. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016	389
Tabla 155. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas	395
Tabla 156. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Cemento	399
Tabla 157. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Cal.....	400
Tabla 158. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Vidrio	401
Tabla 159. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Otros usos de carbonatos - Cerámicas.....	401
Tabla 160. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Otros usos de carbonatos – Otros usos de la Ceniza de Sosa	402
Tabla 161. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Ácido Nítrico.....	403
Tabla 162. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Hierro y Acero	404
Tabla 163. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Plomo	405
Tabla 164. Aplicación de los procedimientos específicos de control de calidad - Producción de Zinc	406
Tabla 165. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores de USAID US EPA, al INGEI 2014 y acciones tomadas en el INGEI 2016	408
Tabla 166. Hallazgos de la revisión externa del equipo de revisores internacionales, al INGEI 2016 y acciones tomadas	411
Tabla 167. Procedimientos de control de calidad generales del sector Agricultura	415
Tabla 168. Procedimientos de control de calidad específicos del sector Agricultura	416
Tabla 169. Hallazgos de la revisión externa del experto Walter Oyhantcabal al INGEI 2016 y acciones implementadas.....	421
Tabla 170. Hallazgos de la revisión externa del experto Ioannis Sempos al INGEI 2016 y acciones implementadas.....	427
Tabla 171. Procedimientos generales de control de calidad del sector UTCUTS	436
Tabla 172. Procedimientos específicos de control de calidad del sector UTCUTS	437
Tabla 173. Hallazgos de la revisión externa del experto Walter Oyhantcabal al INGEI 2016 y acciones implementadas.....	441
Tabla 174. Hallazgos de la revisión externa del experto Ioannis Sempos al INGEI 2016 y acciones implementadas.....	448
Tabla 175. Procedimientos específicos de control de calidad del sector Desechos.....	455

Tabla 176. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4A – Eliminación de Desechos Sólidos	457
Tabla 177. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4C2 – Incineración abierta de desechos	460
Tabla 178. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	463

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de funcionamiento del INFOCARBONO	36
Figura 2. Responsabilidades del MINAM en el marco del INFOCARBONO	37
Figura 3. Responsabilidades de las entidades competentes en el marco del INFOCARBONO ...	38
Figura 4. Vista principal de la página web del INFOCARBONO	40
Figura 5. Certificados de capacitación del <i>GHG Management Institute</i>	42
Figura 6. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en los RAGEI del sector Desechos.....	47
Figura 7. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el RAGEI del sector Agricultura.....	50
Figura 8. Actores que participaron en la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006 en el RAGEI del sector UTCUTS 2016.....	51
Figura 9. Etapas del proceso metodológico del dictamen de expertos	53
Figura 10. Acciones del equipo SIG para la representación coherente de las tierras.....	54
Figura 11. Proceso de construcción de matrices de uso y cambio de uso de la tierra en los biomas Costa y Sierra.....	56
Figura 12. Representación coherente de las tierras de Perú	58
Figura 13. Metodologías aplicadas al inicio de la elaboración de los RAGEI 2016	59
Figura 14. Línea de tiempo para la elaboración del INGEI 2016	59
Figura 15. Distribución porcentual de las emisiones netas por sectores en el Inventario Nacional de GEI 2016	67
Figura 16. Distribución porcentual de las emisiones netas por categorías en el Inventario Nacional de GEI 2016	70
Figura 17. Distribución porcentual de las remociones por sumidero en el Inventario Nacional de GEI 2016	72
Figura 18. Distribución por GEI de las emisiones totales en el INGEI 2016	78
Figura 19. Distribución de las emisiones totales de Dióxido de Carbono por sector en el INGEI 2016.....	79
Figura 20. Distribución de las emisiones de Metano por sector en el INGEI 2016.....	79
Figura 21. Distribución de las emisiones de Óxido Nitroso por sector en el INGEI 2016	80
Figura 22. Emisiones de GEI para los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2016 - sin UTCUTS (GgCO ₂ eq)	88
Figura 23. Estimaciones de GEI actualizadas de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016 (GgCO ₂ eq).....	89
Figura 24. Consumo caracterizado de combustibles de los sectores económicos en 2016	90
Figura 25. Tendencia del consumo de combustible en los sectores económicos excluyendo el sector transporte.....	91
Figura 26. Tendencia de la generación de energía del mercado eléctrico	91
Figura 27. Producción histórica de petróleo	92
Figura 28. Producción histórica de gas natural.....	92
Figura 29. Datos históricos del gas natural quemado y venteado por operaciones de producción	93
Figura 30. Datos históricos del gas natural reinyectado	93

Figura 31. Distribución de emisiones de GEI por subcategoría del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas, 2016.....	94
Figura 32. Evolución de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq)	95
Figura 33. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq)	98
Figura 34. Evolución de emisiones de GEI de las industrias de la energía, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq)	110
Figura 35. Evolución de emisiones de GEI de la industria manufacturera y de la construcción, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq)	110
Figura 36. Evolución de emisiones de GEI de otros sectores, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq).....	111
Figura 37. Evolución de emisiones de GEI de combustibles sólidos, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq).....	116
Figura 38. Evolución de emisiones de GEI del petróleo y gas natural, sector Energía – Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (GgCO ₂ eq).....	117
Figura 39. Método sectorial vs método de referencia.....	118
Figura 40. VAB Vs Emisiones GEI año 2000 al 2016	119
Figura 41. Parque de medios de transporte del año 2000 al 2016.....	120
Figura 42. Consumo de Combustible (TJ) por tipo de combustible	120
Figura 43. Distribución de las emisiones de GEI por subcategoría del sector Energía - Combustión móvil, 2016.....	121
Figura 44. Evolución de emisiones de GEI del Sector Energía – Combustión móvil (GgCO ₂ eq).....	122
Figura 45. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Energía - Combustión móvil (GgCO ₂ eq)	124
Figura 46. Evolución de emisiones de GEI de aviación nacional (GgCO ₂ eq)	131
Figura 47. Evolución de emisiones de GEI del transporte terrestre (GgCO ₂ eq).....	135
Figura 48. Evolución de emisiones de GEI de ferrocarriles (GgCO ₂ eq)	139
Figura 49. Evolución de emisiones de GEI de la navegación marítima y fluvial (GgCO ₂ eq).....	142
Figura 50. Evolución de emisiones de GEI del transporte todo terreno (GgCO ₂ eq)	145
Figura 51. Comportamiento PBI de los sectores económicos relevantes al sector PIUP (millones de soles de 2007 y participación porcentual)	147
Figura 52. Distribución de emisiones de GEI por categorías del sector PIUP, 2016	148
Figura 53. Evolución de las emisiones de GEI del sector PIUP (GgCO ₂ eq)	148
Figura 54. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (GgCO ₂ eq).....	152
Figura 55. Evolución de emisiones de GEI por la producción cemento del sector PIUP (GgCO ₂ eq)	166
Figura 56. Evolución de emisiones de GEI por la producción de cal del sector PIUP (GgCO ₂ eq)	168
Figura 57. Evolución de emisiones de GEI por la producción de vidrio del sector PIUP (GgCO ₂ eq)	172
Figura 58. Evolución de emisiones de GEI por la producción de cerámicas del sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	175

Figura 59. Evolución de emisiones de GEI por el uso de la ceniza de sosa del sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	178
Figura 60. Evolución de emisiones de GEI por la producción de Ácido Nítrico del sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	180
Figura 61. Evolución de emisiones de GEI por la Producción de Ceniza de Sosa del Sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	182
Figura 62. Evolución de emisiones de GEI por la Producción de hierro y acero del sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	185
Figura 63. Evolución de emisiones de GEI por la producción de zinc del sector PIUP (GgCO ₂ eq).....	187
Figura 64. Evolución del PBI Nacional vs PBI Sector Agricultura.....	189
Figura 65. Distribución de emisiones por categorías de GEI del sector Agricultura, 2016	190
Figura 66. Evolución de las emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO ₂ eq).....	190
Figura 67. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura, 2000 – 2016 (GgCO ₂ eq).....	194
Figura 68. Evolución de emisiones de GEI de metano generadas por la fermentación entérica (GgCO ₂ eq).....	204
Figura 69. Evolución de emisiones de GEI de manejo de estiércol (GgCO ₂ eq).....	210
Figura 70. Evolución de emisiones de GEI de la categoría quema de biomasa en tierra de cultivos y pastizales (GgCO ₂ eq)	213
Figura 71. Evolución de emisiones de GEI de la categoría aplicación de urea (GgCO ₂ eq).....	214
Figura 72. Evolución de emisiones de GEI de la categoría emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados (GgCO ₂ eq)	219
Figura 73. Evolución de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N ₂ O de suelos gestionados (GgCO ₂ eq)	223
Figura 74. Evolución de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N ₂ O del manejo de estiércol (GgCO ₂ eq).....	226
Figura 75. Evolución de emisiones de GEI por cultivos de arroz (GgCO ₂ eq).....	229
Figura 76. Pérdida de bosque anual en el bioma Amazónico para el período 2001 – 2016.....	230
Figura 77. Emisiones y remociones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategorías, año 2016	234
Figura 78. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	235
Figura 79. Cambios en las emisiones de GEI del sector UTCUTS para el periodo 2014- 2016 (GgCO ₂ eq).....	236
Figura 80. Evolución de emisiones de GEI del sector UTCUTS para el período 2000- 2012 (GgCO ₂ eq).....	236
Figura 81. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector UTCUTS (GgCO ₂ eq).....	241
Figura 82. Cambio de las emisiones de GEI para la categoría Tierras Forestales que permanecen como tierras forestales (GgCO ₂ eq) para el período 2014 - 2016.....	252
Figura 83. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras Forestales que permanecen como tierras forestales (GgCO ₂ eq) para el período 2000 – 2012	252
Figura 84. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	253

Figura 85. Cambios en las remociones de GEI para la categoría Tierras convertidas en tierras forestales (GgCO ₂ eq) para el período 2014 - 2016	260
Figura 86. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	261
Figura 87. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivo (GgCO ₂ eq) para el período 2014 – 2016.	266
Figura 88. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras de cultivo que permanecen como tierras de cultivo (GgCO ₂ eq) para el período 2000 – 2012	266
Figura 89. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	267
Figura 90. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en tierras de cultivo (GgCO ₂ eq) para el período 2014 – 2016.....	273
Figura 91. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en tierras de cultivo (GgCO ₂ eq) para el período 2000 – 2012.....	274
Figura 92. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	274
Figura 93. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en pastizales para el período 2014 – 2016 (GgCO ₂ eq)	279
Figura 94. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en pastizales para el período 2000 – 2012 (GgCO ₂ eq).....	280
Figura 95. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	280
Figura 96. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en asentamientos (GgCO ₂ eq) para el período 2014 – 2016	285
Figura 97. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en asentamientos para el período 2000 – 2012 (GgCO ₂ eq)	286
Figura 98. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	286
Figura 99. Cambios en las emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en otras tierras para el período 2014 – 2016 (GgCO ₂ eq)	291
Figura 100. Evolución de emisiones de GEI para la categoría Tierras convertidas en otras para el período 2000 – 2012 tierras (GgCO ₂ eq).....	291
Figura 101. Distribución de las emisiones y remociones de CO ₂ por reservorios de carbono, año 2016.....	292
Figura 102. Distribución de emisiones de GEI por sub categorías del sector Desechos, 2016. 295	
Figura 103. Evolución de las emisiones del sector Desechos (GgCO ₂ eq).....	295
Figura 104. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Desechos (GgCO ₂ eq).....	299
Figura 105. Evolución de emisiones de GEI por la eliminación de desechos sólidos del sector Desechos (GgCO ₂ eq)	313
Figura 106. Evolución de emisiones de GEI por la incineración abierta de desechos del sector Desechos (GgCO ₂ eq)	316
Figura 107. Evolución de emisiones de GEI por el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas del sector Desechos (GgCO ₂ eq)	321

Figura 108. Evolución de emisiones de GEI por el tratamiento y la eliminación de aguas residuales industriales del sector Desechos (GgCO ₂ eq)	324
Figura 109. Emisiones de GEI de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 2000 -2016 (GgCO ₂ eq).....	325
Figura 110. Emisiones de GEI (GgCO ₂) por la combustión de biomasa con fines energéticos, serie 2000 -2016	326



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio del Ambiente
Viceministerio de Desarrollo
Estratégico de los Recursos Naturales
Av. Antonio Miroquesada 425
Magdalena del Mar, Lima - Perú
(511) 611 6000
www.gob.pe/minam