



RAGEI | 2014

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía 2014

Categorías:
**COMBUSTIÓN ESTACIONARIA Y
EMISIONES FUGITIVAS**

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía del año 2014

Categorías: Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas

Preparado por:

Ministerio de Energía y Minas
Viceministerio de Energía
Dirección General de Eficiencia Energética

Lima, 2017

CONTENIDO

ABREVIATURAS	8
RESUMEN EJECUTIVO	9
1. INTRODUCCIÓN	12
2. METODOLOGÍA	13
2.1. Mejoras implementadas y acciones pendientes	13
2.2. Metodología de cálculo aplicada	22
2.3. Análisis de incertidumbre	24
2.4. Control de calidad	32
2.5. Proceso de elaboración del RAGEI	39
2.5.1 Procedimientos y arreglos para recolectar la información de los niveles de actividad y los factores de emisión	39
2.5.2 Procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI	41
2.5.3 Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo	42
3. RESULTADO SECTORIAL	44
3.1 Emisiones sectoriales del año 2014	44
3.2 Descripción de la situación sectorial	48
3.3 Análisis de Resultados	56
3.4 Coherencia de la serie temporal	57
3.5 Análisis de cambios en la serie temporal	58
4. RESULTADOS POR CATEGORÍA	62
4.1. Actividades de quema del combustible (1A)	62
4.1.1 Elección del método para el cálculo de las emisiones de GEI	62
4.1.2 Ecuaciones utilizadas para la categoría 1A Actividades de quema de combustibles	68
4.1.3 Descripción de los niveles de actividad	68
4.1.4 Descripción de los factores de emisión	81
4.2. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B)	85
4.2.1 Metodología para el cálculo de las emisiones de GEI	85
4.2.2 Ecuaciones utilizadas	93

1B1: Emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos	93
1B2: Emisiones fugitivas por producción de petróleo y gas natural	93
4.2.3 Descripción de los niveles de actividad	94
4.2.4 Descripción de los factores de emisión	103
4.2.5 Análisis de la incertidumbre	104
4.2.6 Gestión de Calidad y Control de Calidad	119
4.2.7 Análisis de resultados según fuente de emisión de la categoría	121
4.2.8 Sigüientes pasos	131
5. MÉTODO DE REFERENCIA	132
5.1. Justificación	132
5.2. Metodología	132
5.3. Análisis comparativo entre el Método de Referencia y el Método por Sectores	134
5.4. Gestiones para mejorar este análisis comparativo	135
ANEXO:	136
Anexo 1: Datos del responsable del RAGEI	136
Anexo 2: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI.	137
Anexo 3: Estimación del factor de emisión nacional del gas natural	138

TABLAS

Tabla 1: Acciones de mejora implementadas en el RAGEI (2014) en base a la revisión del equipo sectorial... 13

Tabla 2: Acciones de mejora implementadas en el RAGEI (2014) en base a la revisión del ICA 15

Tabla 3: Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del equipo sectorial 17

Tabla 4: Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del ICA 20

Tabla 5: Categoría de emisiones del sector energía y las emisiones estimadas..... 22

Tabla 6: Cálculos ajustados del sector energía: Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas 23

Tabla 7: Categorías de emisiones IPCC ajustadas a la realidad nacional – sector energía 25

Tabla 8: Niveles de incertidumbre de los factores de emisión por combustión para metano y óxido nítrico 25

Tabla 9: Niveles de incertidumbre determinados para los datos nacionales de los niveles de actividad 25

Tabla 10: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones por actividades de quema de combustibles del RAGEI. 27

Tabla 11: Incertidumbre de los factores de emisión de metano por la fabricación de combustibles sólidos ... 29

Tabla 12: Incertidumbre de los factores de emisión de metano por la fabricación de petróleo y gas natural . 29

Tabla 13: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones fugitivas por fabricación de combustibles del RAGEI. 31

Tabla 14: Procedimientos generales de control de calidad 2014 32

Tabla 15: Procedimientos generales de control de calidad adicionales aplicados para el RAGEI 2014 36

Tabla 16: Sistema de archivo digital del RAGEI - 2014 41

Tabla 17: Rol de los especialistas involucrados en la elaboración del RAGEI 42

Tabla 18: Emisiones nacionales de GEI del sector energía (excluido transporte) – 2014 45

Tabla 19: Fuentes con emisiones de GEI inferiores a años anteriores 56

Tabla 20: Consumo de combustibles para la generación de electricidad en el SEIN y SA..... 56

Tabla 21: Consumo energético (TJ) según combustibles en el sector pesquero 56

Tabla 22: Producción de petróleo y gas natural quemado y venteado 57

Tabla 23: Serie temporal de emisiones (GgCO₂eq) originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014 58

Tabla 24: Demanda energética por industrias manufactureras y de la construcción según combustibles 59

Tabla 25: Demanda energética por otros sectores según combustibles..... 60

Tabla 26: Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión/captura del sector energía 65

Tabla 27: Niveles de actividad de la fuente: Generación de electricidad..... 70

Tabla 28: Niveles de actividad de la fuente: Generación combinada de calor y energía 71

Tabla 29: Niveles de actividad de la fuente: Refinación de petróleo 72

Tabla 30: Niveles de actividad de la fuente: Fabricación de combustibles sólidos 73

Tabla 31: Niveles de actividad de la fuente: Otras industrias energéticas 74

Tabla 32: Niveles de actividad de la fuente: Minería 75

Tabla 33: Niveles de actividad de la fuente: Industria no especificada 76

Tabla 34: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría transporte 77

Tabla 35: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría comercial/institucional 78

Tabla 36: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría residencial 79

Tabla 37: Descripción de los niveles de actividad para categoría agricultura/silvicultura/pesca/piscifactoría 80

Tabla 38: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias energéticas ... 81

Tabla 39: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción..... 82

Tabla 40: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en la fuente comercial/institucional.....	82
Tabla 41: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en el sector residencial.....	83
Tabla 42: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en los sectores agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías.....	84
Tabla 43: Valor calórico neto de los combustibles producidos en Perú.....	84
Tabla 44: Densidades de los combustibles producidos en Perú.....	85
Tabla 45: Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión de la sub-categoría emisiones fugitivas de la fabricación de combustibles.....	91
Tabla 46: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de los combustibles sólidos.....	95
Tabla 47: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – venteo.....	96
Tabla 48: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – quema de antorcha.....	97
Tabla 49: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – producción y refinación.....	98
Tabla 50: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural - venteo.....	99
Tabla 51: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – quema de antorcha.....	99
Tabla 52: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – procesamiento.....	100
Tabla 53: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – transmisión y almacenamiento.....	101
Tabla 54: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – distribución.....	102
Tabla 55: Factor de emisión del metano de la minería subterránea del carbón.....	103
Tabla 56: Factores de emisión de nivel 1 para las emisiones fugitivas (incluidos el venteo y la quema en antorcha) procedentes de las operaciones de petróleo en los países en desarrollo y en los países con economías en transición.....	103
Tabla 57: Factores de emisión de nivel 1 para las emisiones fugitivas (incluidos el venteo y la quema en antorcha) procedentes de las operaciones de petróleo y gas en los países en desarrollo y en los países con economías en transición.....	104
Tabla 58: Incertidumbre del sector energía (actividades de quema de combustibles).....	106
Tabla 59: Incertidumbre del sector energía (emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles).....	116
Tabla 60: <i>Procedimientos de control de calidad para fuentes estacionarias</i>	119
Tabla 61: Emisiones de GEI por quema de combustibles (según combustible).....	121
Tabla 62: Productos usados como alimentación a procesos, reductores y para fines no energéticos.....	134
Tabla 63: Comparación de emisiones de GEI entre métodos del IPCC.....	135
Tabla 64: <i>Composición molar del gas natural distribuido por Cálidda</i>	139
Tabla 65: <i>Peso molecular del gas natural y participación en peso de carbono</i>	139

GRÁFICOS

Gráfico 1: Emisiones de GEI del sector energía según fuente – 2014 10

Gráfico 2: Datos históricos de las emisiones de GEI del sector energía 11

Gráfico 3: Emisiones de GEI del sector energía 46

Gráfico 4: emisiones de GEI (GgCO₂eq) del sector energía según fuente de emisión-2014 47

Gráfico 5: Emisiones de GEI por combustión de biomasa 48

Gráfico 6: PBI y emisiones de GEI del sector energía, periodo 2000-2014 49

Gráfico 7: Tendencia de la generación de energía del mercado eléctrico 50

Gráfico 8: Participación de la generación de energía del mercado eléctrico- 2014 50

Gráfico 9: Consumo de combustibles para la generación de electricidad en mercado eléctrico - 2014..... 51

Gráfico 10: Consumo de combustibles para actividades de industrias energéticas - 2014 51

Gráfico 11: Producción histórica de petróleo 52

Gráfico 12: Producción histórica de gas natural..... 52

Gráfico 13: Datos históricos del gas natural quemado y venteado por operaciones de producción 53

Gráfico 14: Participación del consumo energético (TJ) por sectores económicos (sin transporte) - 2014..... 54

Gráfico 15: Tendencia del consumo de combustible en los sectores económicos excluyendo el sector transporte 55

Gráfico 16: Producción de energía (GWh) en el mercado eléctrico 59

Gráfico 17: Emisiones de GEI históricas originales y actualizadas del sector energía 60

Gráfico 18: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) históricas del sector energía según categorías 61

Gráfico 19: Emisiones de GEI según fuentes y combustibles 122

Gráfico 20: Emisiones de GEI por generación de electricidad (1A1ai) 123

Gráfico 21: Emisiones de GEI por la refinación del petróleo (1A1b) 123

Gráfico 22: Emisiones de GEI por otras industrias de la energía (1A1cii)..... 124

Gráfico 23: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) de las industrias de la energía (1A1) 124

Gráfico 24: Emisiones de GEI por industrias de la minería y cantería (1A2i) 125

Gráfico 25: Emisiones de GEI por industrias no especificadas (1A2m) 125

Gráfico 26: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) de las industrias de la manufactura y la construcción 126

Gráfico 27: Emisiones de GEI por el sector comercial/institucional (1A4a) 127

Gráfico 28: Emisiones de GEI por el sector residencial (1A4b)..... 127

Gráfico 29: Emisiones de GEI por el sector Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (1A4c)..... 128

Gráfico 30: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) por otros sectores..... 128

Gráfico 31: Emisiones fugitivas por la fabricación de combustibles 129

Gráfico 32: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de combustibles sólidos..... 129

Gráfico 33: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de petróleo (1B2a) 130

Gráfico 34: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de gas natural (1B2b) 130

ABREVIATURAS

AEE	Anuario Estadístico de Electricidad
API	<i>American Petroleum Institute</i> (Instituto Americano de Petróleo)
BNE	Balance Nacional de Energía
BUR	Informe bienal de actualización
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
COES	Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional
DGE	Dirección General de Electricidad
DGEE	Dirección General de Eficiencia Energética
DGH	Dirección General de Hidrocarburos
DGM	Dirección General de Minería
GEI	Gases de efecto invernadero
GL2006	Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios nacionales. Versión 2006
GLP	Gas licuado de petróleo
ICA	<i>International Consultation and Analysis</i> (Análisis y Consulta Internacional)
INDC	<i>Intended National Determined Contributions</i> (Contribuciones previstas Determinadas a Nivel Nacional)
IPCC	International Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
N ₂ O	Óxido nitroso
NAMA	National Appropriate Mitigation Actions (Medidas de Mitigación Apropriadas para cada País)
NDC	<i>National Determined Contributions</i> (Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional)
PBI	Producto Bruto Interno
PRODUCE	Ministerio de la Producción
RAGEI	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
TJ	Terajoules
TTE	<i>Technical Team of Experts</i> (Equipo Técnico de Expertos)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente reporte describe el proceso de estimación y los resultados de emisiones de GEI del sector energía del año 2014 para las categorías de i) Combustión Estacionaria y ii) Emisiones fugitivas, elaborado siguiendo las Directrices para la Elaboración de Inventarios del IPCC¹ versión del año 2006 (GL2006). Es necesario señalar que en este RAGEI sólo se han considerado las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles en fuentes estacionarias y las emisiones fugitivas generadas durante las actividades de extracción, producción y transporte de hidrocarburos. No se han considerado las emisiones de GEI por combustión móvil (transporte) dado que estas son competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

El RAGEI ha sido elaborado mediante apoyo del proyecto: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) en los sectores de energía y su uso final en el Perú² de la Dirección General de Eficiencia Energética del MINEM. El proyecto contrató un especialista con el encargo de elaborar los cálculos e informe en coordinación directa con las diferentes direcciones de línea del MINEM e instituciones externas públicas o privadas.

El RAGEI contiene mejoras respecto a los inventarios elaborados anteriormente dado que i) incluye fuentes previamente no consideradas (ej. consumo de energía para fines distintos a la generación de electricidad de las industrias energéticas y consumo de combustibles para la generación de electricidad por parte de industrias no energéticas), ii) corrige datos mal tomados (ej. consumo de energía por oleoductos y factor de emisión del petróleo residual), iii) elabora por primera vez un factor de emisión nacional, en este caso para el gas natural, en base a información proveída por el principal abastecedor de este combustible y el uso de una metodología internacionalmente reconocida³.

Los inventarios del 2000, 2005, 2010 y 2012 han sido actualizados para asegurar consistencia metodológica y de fuentes de información, presentándose en este reporte los resultados obtenidos.

La revisión de dichos inventarios ha permitido generar un RAGEI más exhaustivo y exacto.

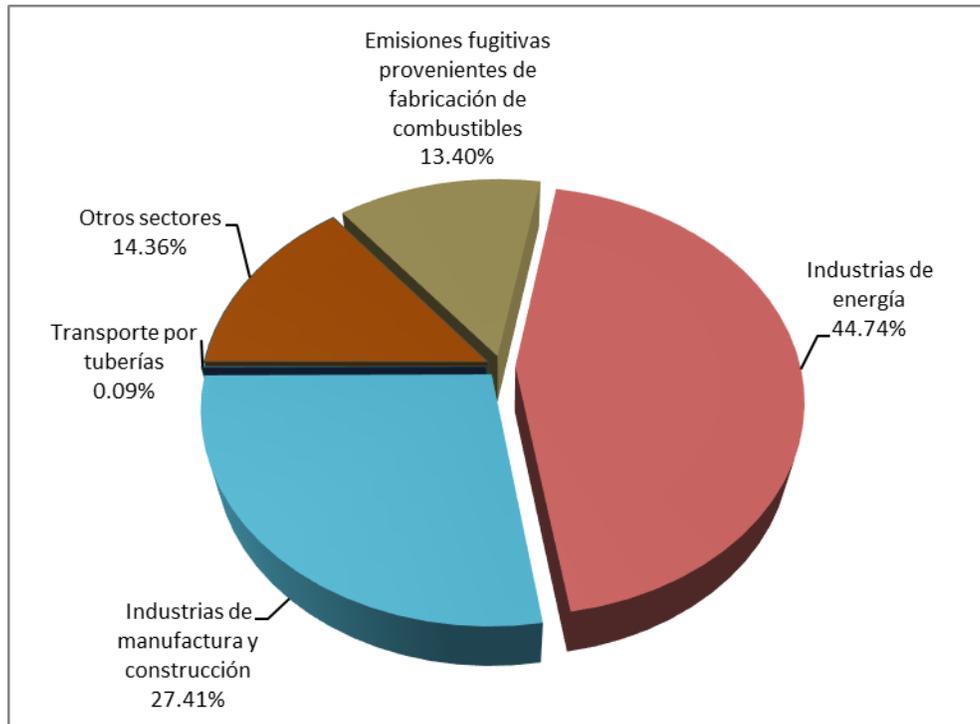
Las emisiones de GEI del sector energía resultaron en 32,972 GgCO₂eq para el año 2014, siendo las principales categorías de emisión el consumo de combustibles de las industrias de la energía (con una participación del 44.7 % en su conjunto) y el consumo de combustibles del sector industrias de la manufactura y construcción (el 27.4 % de las emisiones).

¹ Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

² Financiado por el Fondo Ambiental Alemán y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (GEF-PNUD).

³ *Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry – American Petroleum Institute (API).*

Gráfico 1: Emisiones de GEI del sector energía según fuente – 2014

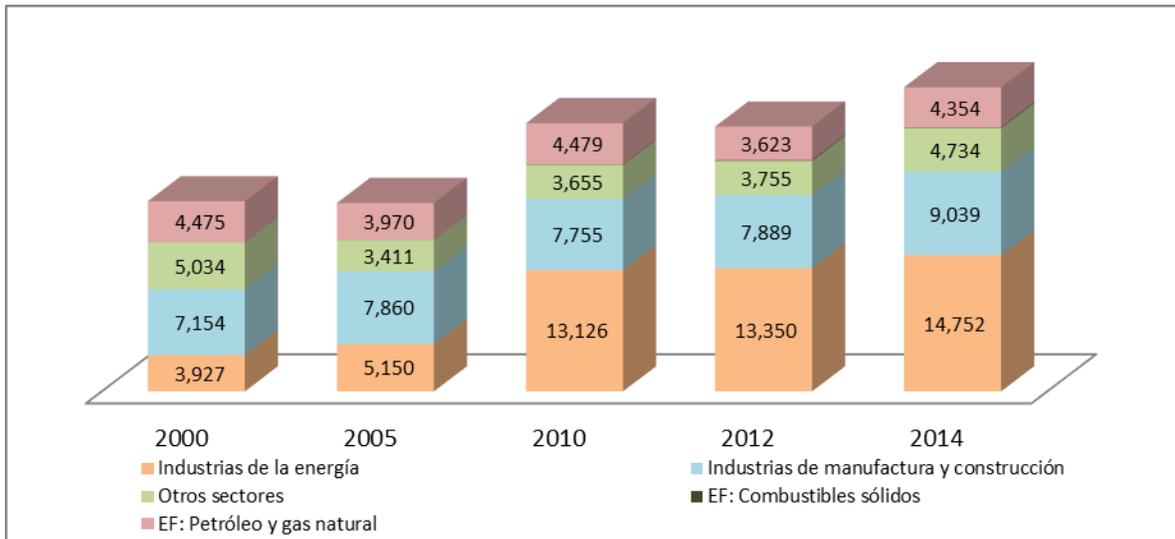


Fuente: DGEE - MINEM

La principal fuente de emisión de GEI dentro de la categoría de industrias de la energía (1A1a) es la generación de electricidad para el mercado eléctrico. Esta fuente emitió 8,590 GgCO₂eq lo cual representa el 26% de las emisiones estimadas en el presente RAGEI.

Las emisiones de GEI del sector energía continúan presentando una tendencia de crecimiento positivo con el pasar de los años salvo excepción del año 2012 el cual presentó menores emisiones al año 2010 debido a la gran reducción de las emisiones fugitivas asociadas a la producción del petróleo y gas natural. Esta tendencia es debido a la creciente demanda del mercado eléctrico y, el sector industrial, y en menor grado por influencia del sector residencial y comercial. En el gráfico 2 se puede apreciar que las industrias de la energía son las que han presentado un mayor crecimiento, siendo las principales responsables que generan energía para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. Mayor detalle se describirá en capítulos posteriores.

Gráfico 2: Datos históricos de las emisiones de GEI del sector energía



Fuente: DGEE-MINEM

Finalmente es importante señalar que, si bien el proceso de elaboración del RAGEI ha presentado mejoras importantes, aún quedan retos por superar entre los cuales resaltan:

- El proceso de elaboración del RAGEI deberá ser realizado por el propio personal del MINEM, conformando un equipo interdisciplinario que será capacitado en el corto plazo para tal fin.
- Mejorar la interrelación e involucramiento de las distintas áreas o direcciones generales del Ministerio vinculadas con la elaboración del RAGEI.
- Contar con un mayor nivel de detalle de la información para poder mejorar la exactitud de los cálculos y el análisis de fuentes de emisión, para lo cual el MINEM deberá solicitar formalmente dicha información a las distintas instituciones involucradas.

1. INTRODUCCIÓN

El presente reporte es un documento elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a través de su dirección General de Eficiencia Energética (DGEE) y con el apoyo de la Dirección General de Electricidad (DGE), Dirección General de Hidrocarburos (DGH) y la Dirección General de Minería (DGM). Este se ha elaborado como parte del compromiso asumido por la institución en el marco de la elaboración periódica de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI), inventario que debe ser preparado anualmente según lo establecido en el Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM que crea las disposiciones para la elaboración de inventarios nacionales de GEI – INFOCARBONO y que permitirá el desarrollo de documentos nacionales tales como: Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático o Informes Bienales de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés), los que debe presentar el país periódicamente ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) es un reporte que contiene la descripción del proceso de cálculo de emisiones de GEI del sector energía (combustión estacionaria y emisiones fugitivas). El presente RAGEI presenta importantes mejoras respecto a los reportes y emisiones calculadas en años anteriores, y siguen los lineamientos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) y la guía nacional aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM (Guía N° 1: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Energía. Categorías: Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas).

La elaboración del RAGEI sectorial representa una herramienta de gran utilidad para el ministerio al permitir evaluar las principales fuentes de emisión de GEI sectorial según la representatividad de las emisiones generadas. En ese sentido es una herramienta que contribuye a la gestión para la reducción de los GEI y por ende favorecerá el desarrollo de las Medidas de Mitigación Apropriadas para cada País (NAMA, por sus siglas en inglés) que se vienen trabajando en el MINEM y su respectivo componente de Medición Reporte y Verificación (MRV). Además, será herramienta para la medición y seguimiento de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) que establecen metas de reducción de emisiones de GEI que el país ha remitido ante la CMNUCC.

Finalmente es necesario agradecer al MINAM por la facilitación de las planillas de cálculo elaborados para la elaboración de inventarios de GEI, la guía para la elaboración del presente reporte, y por todo el acompañamiento técnico brindado en el presente proceso lo que ha permitido la elaboración de este primer RAGEI.

2. METODOLOGÍA

2.1. Mejoras implementadas y acciones pendientes

El primer Informe Bienal de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés) del Perú, al igual que todos los correspondientes a países no anexo I, fue sometido al proceso de análisis y consulta internacional (ICA, por sus siglas en inglés) el cual es llevado a cabo por un equipo técnico de expertos (TTE, por sus siglas en inglés) reconocidos por la CMNUCC. En esta primera revisión el TTE evaluó el contenido del BUR encontrando ciertas omisiones frente a lo requerido por la CMNUCC.

Adicionalmente se han presentado mejoras respecto a los inventarios anteriores como resultado del proceso de revisión del equipo de profesionales encargados dentro del MINEM y MINAM.

En el caso del sector energía, las mejoras identificadas e implementadas para el RAGEI 2014 se detallan en la tabla a continuación:

Tabla 1: Acciones de mejora implementadas en el RAGEI 2014 en base a la revisión del equipo sectorial

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Se presentan de forma desagregada, según sub-categorías, los datos históricos.	Todas	Permite comparar y evaluar la coherencia entre las emisiones de GEI por fuentes.
2	El RAGEI de energía presenta un anexo técnico en el que se incluye el método seguido para la determinación del factor de emisión nacional del gas natural. Este valor se aplica en los cálculos del RAGEI 2014.	1A	Mejora la exactitud del cálculo y la transparencia del mismo.
3	Se han sostenido reuniones con algunas de las principales entidades proveedoras de información de manera que ha quedado clara la disponibilidad de cooperación entre las partes para una futura estructuración de arreglos institucionales que mejoren el proceso de elaboración de RAGEI.	Todas	Mejora la exactitud de los cálculos, y asegura consistencia y exhaustividad.
4	Anteriormente se consideraba erróneamente que el consumo de combustible para el bombeo/transporte era el listado en el Anuario Estadístico de Electricidad debido a que los datos pertenecían a las estaciones de bombeo del oleoducto. Este error fue corregido y este consumo se ha considerado en la respectiva fuente (otras industrias de la energía - 1A1cii).	1A1cii	Se consideran 7.45 GgCO ₂ eq adicionales respecto a lo que se hubiese estimado con el método anterior. Mejora de la exactitud de los cálculos.
5	Anteriormente se asumió para la fuente: Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) sólo el combustible consumido para la generación de energía, pero no el consumo	1A1b y 1A1cii	Se consideran 1,727.2 GgCO ₂ eq adicionales respecto a lo que se hubiese estimado con el método

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
	para la generación de calor (hornos, calderas, etc.) u otros fines energéticos. Ahora se ha subsanado esta omisión, obteniéndose estos datos del Balance Nacional de Energía.		anterior. Mejora de la exactitud y exhaustividad de los cálculos.
6	Anteriormente no se consideraron las emisiones de GEI generadas por las empresas/industrias no energéticas, que auto produjeron electricidad. Estas han sido identificadas en el Anuario Estadístico de Electricidad incluidas en los cálculos.	1A2a, 1A2b, 1A4c y 1A4d	Se consideran 626.44 GgCO ₂ eq adicionales respecto a lo que se hubiese estimado con el método anterior. Mejora de la exactitud y exhaustividad de los cálculos.
7	Anteriormente se han elaborado factores de emisión (FE) para el DB5 (diésel que contiene 5% de biodiésel) tomando en consideración los FE por defecto. Para el RAGEI 2014 se ha utilizado directamente el factor de emisión del diésel habiéndose cuantificado previamente la cantidad del diésel incluido en el DB5.	Todas	Emisiones atribuidas al diésel aumentan aproximadamente 1.5% si se trata de dB5 y 1% si es DB2. Mejora comparabilidad de resultados y aplica directrices de IPCC correctamente.
8	La fuente que hace referencia a las emisiones fugitivas ha sido corregida. Anteriormente se citaba a factores de países desarrollados, y estos se han modificado por los factores de países con economías en transición.	1B	Mejora la exactitud de los resultados.
9	En la planilla de cálculo se ha modificado el nombre de las hojas: IB 1A1a-b e IP 1A1a-b. Se modificaron estos nombres porque en estas se incluye también información sobre otras fuentes (1A1ci: Manufactura de combustibles sólidos y 1A1cii: Otras industrias de la energía). Ahora tienen las siguientes denominaciones: IB 1A1a-1A1b-1A1ci y cii e IP 1A1a-1A1b-1A1ci y cii.	1A1	Se mejora consistencia, transparencia y trazabilidad de los cálculos.
10	Anteriormente se consideraba a la planta de fraccionamiento en Pisco de Pluspetrol Perú Corporation como una refinería (1A1b) cuando está realmente pertenece a la fuente otras industrias energéticas (1A1cii). Esta fuente es definida por el IPCC como: (...) contabiliza las emisiones de GEI generadas por el procesamiento y refinación del gas natural.	1A1b y 1A1cii	No altera las emisiones de GEI totales, reduce las de la fuente 1A1b y aumenta las de la fuente 1A1cii. Mejora la exactitud de los cálculos.
11	Se ha incorporado el consumo del gas de refinería por las propias refinerías, es decir en la fuente: Refinación de petróleo (1A1b).	1A1b	Para el año 2014 no se hubieran contabilizado 507.3 GgCO ₂ eq de mantenerse el error. Se mejoran la exactitud y exhaustividad de los

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
			cálculos.
12	El factor de emisión utilizado para petróleo residual (R6 y R500) ha sido actualizado utilizándose ahora el correspondiente a fuelóleo residual en remplazo del de petróleo crudo.	1A1a, 1A1cii, 1A2a, 1A2b, 1A4a, 1A4b, 1A4c y 1A4d	Emisiones de GEI aumentan aproximadamente un 5.6%. Se mejora la exactitud de los cálculos.
13	Se describen los esfuerzos realizados por el MINEM para hacer de la elaboración de los RAGEI un proceso continuo y de mayor exactitud en el futuro.	Todas	Sostenibilidad y mejora de la calidad del RAGEI en el tiempo.

Tabla 2: Acciones de mejora implementadas en el RAGEI (2014) en base a la revisión del ICA

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	El MINEM ha iniciado el proceso de implementar arreglos institucionales internos de manera que los próximos RAGEI serán elaborados propiamente por los técnicos de la institución.	Todas	Se asegurará la continuidad y sostenibilidad del proceso de elaboración de los RAGEI.
2	Se presenta de forma más detallada la metodología utilizada, el nivel metodológico (tier) aplicado a cada sub-categoría; además de referenciarse apropiadamente todos los factores de emisión, factores de conversión y niveles de actividad utilizados.	Todas	Se mejora el cumplimiento de los principios de transparencia y comparabilidad del reporte.
3	Se ha cuantificado la incertidumbre del inventario, señalándose la metodología aplicada y los supuestos considerados.	Todas	Permite conocer la exactitud de las emisiones de GEI estimadas, mejorando la transparencia y facilitando acciones que permitan aumentar la exactitud de los cálculos.
4	Se ha incorporado una hoja con los factores de emisión para las emisiones fugitivas.	1B	Mayor transparencia y exactitud en los cálculos realizados.
5	Los factores de emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para las emisiones fugitivas por la quema de antorcha del gas natural se han actualizado.	1B2bii	Varía según los niveles de actividad, teniéndose aumentos entre 200 - 400 GgCO ₂ eq aproximadamente. Mejora la exactitud de los cálculos.
6	El factor de emisión de CO ₂ para la quema de antorcha en la etapa de procesamiento del gas natural ha sido actualizado.	1B2biii3	Varía según los niveles de actividad, teniéndose aumentos entre 2 - 60 GgCO ₂ eq aproximadamente. Mejora la exactitud de los cálculos.
7	Se presentan los resultados según las categorías y fuentes propias del IPCC	Todas	Permite una mejor comparabilidad, revisión y medición del nivel de

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
			exhaustividad.
8	Los resultados sectoriales se presentan utilizando las tablas de los informes sectoriales anexadas a las Directrices del IPCC 2006	Todas	Mejor presentación de los resultados y permite la comparabilidad entre países pertenecientes.
9	Se detalla la información sobre todas las metodologías utilizadas para estimar las emisiones antropogénicas por las fuentes de gases de efecto invernadero.	Todas	Se cumple con el principio de transparencia.
10	Se referencian apropiadamente todos los niveles de actividad utilizados	Todas	Se cumple con el principio de transparencia.
11	Se presentan en detalle todas las fuentes de los factores de emisión utilizados.	Todas	Se cumple con el principio de transparencia.
12	Se describen los procedimientos y arreglos utilizados para recolectar y archivar la data para la preparación de los inventarios nacionales de GEI. Recomendación efectuada por el ICA.	Todas	Se genera mayor transparencia y permite medir la consistencia con otros cálculos.
13	Se incluye información sobre el rol de los actores e instituciones involucradas en el proceso de elaboración del RAGEI.	Todas	Sostenibilidad y mejora de la calidad del RAGEI en el tiempo.
14	Se detalla que no se estiman emisiones o absorciones a partir de fuentes y/o sumideros específicos del país que no figuran en las Directrices del IPCC.	Todas	Se cumple con los principios de transparencia y comparabilidad.
15	Se provee mayor detalle sobre la actualización de la serie de tiempo de las emisiones para todos los años en los que el Perú ha reportado Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (a excepción de 1994).	Todas	Asegura la consistencia entre las emisiones históricas.
16	Se ha realizado un primer ejercicio para estimar las emisiones de CO ₂ de la quema de combustible utilizando de forma conjunta el método sectorial y el método de referencia. Se han analizado las diferencias y retos encontrados en el proceso.	Todas	Mejora el proceso de control de calidad de la información utilizada.

Fuente: DGEE - MINEM

Dado que aún hay aspectos por mejorar en el proceso de elaboración de los RAGEI, se presentan a continuación las acciones de mejora que se han planificado en el corto (1-2 años) y mediano plazo (3-5 años).

Tabla 3: Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del equipo sectorial

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Efectuar una revisión, con el apoyo del MINAM, que incluya expertos nacionales y partes interesadas en los diferentes campos relativos a las emisiones de las fuentes estacionarias.	Aseguramiento de la exactitud y calidad de los datos y resultados presentados en el RAGEI.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
2	Se establecerá un cronograma de trabajo, en base a designación de responsabilidades, para la elaboración de los RAGEI.	Permitirá que el RAGEI se realice de forma efectiva y eficiente sin afectar la ejecución de otras responsabilidades de los especialistas designados.	No se ha iniciado gestiones de implementación.	Corto plazo
3	Generación de capacidades en la estimación por emisiones fugitivas.	Reduce la incertidumbre de las emisiones de GEI estimadas y lo vuelve más exhaustivo.	No se ha iniciado gestiones de implementación.	Corto plazo
4	Elaboración de factores de emisión nacionales a trabajarse de forma coordinada y bajo criterios técnicos con los principales productores de combustibles.	Reduce la incertidumbre de las emisiones de GEI estimadas.	Se han realizado reuniones con instituciones principales a las que ya se les manifestó este interés.	Mediano plazo
5	Mayor involucramiento del sector público y privado de manera que se generen arreglos institucionales y se pueda acceder a mayor información o desagregación de la misma. (Ej. consumo en industrias manufactureras y de la construcción, otros sectores y minería).	Mejora la transparencia y exhaustividad del RAGEI señalándose referencias propias y mejorando el análisis de información.	No se ha iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
6	Promover el desarrollo del control de la calidad de los datos por parte de las instituciones que los generan.	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se ha iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
7	Evaluar la posibilidad de actualizar las emisiones de GEI correspondientes al año 1994.	Asegurar la coherencia de toda la serie temporal.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
8	Realizar las gestiones necesarias para poder desarrollar balances de masa de las industrias productoras de combustibles en base a la información que será proveída por las mismas.	Mejora la transparencia y exactitud de los datos de niveles de actividad y por ende los cálculos del RAGEI.	No se han iniciado gestiones de implementación, pero si se han tenido algunas conversaciones con algunas de estas industrias.	Corto plazo
9	Cruzar información con datos sobre emisiones de GEI por quema de combustibles en grandes industrias; para lo cual se coordinará con el proyecto: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes – RETC que lidera el MINAM	Mejora el análisis y evaluación de los datos nacionales para los RAGEI.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
10	Comparar los factores de emisión usados en los RAGEI con los factores del nivel del sitio o de la planta; para lo cual se coordinará con el RETC (de ser el caso).	Mejora el análisis y evaluación de los factores de emisión para los RAGEI.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
11	Controlar que las variaciones de los valores caloríficos usados para convertir unidades se incorporen a los Balances Nacionales de Energía.	Permite contar con datos y resultados coherentes entre ambos documentos, reduciendo errores.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
12	Sistematizar la información presente en los BNE y otras fuentes oficiales de manera que permita elaborar balances de carbono nacionales y pueda compararlos con datos históricos sobre los balances de carbono de las industrias productoras de combustible.	Permite tener una base de datos históricos lo que sirve para evaluar la coherencia y tendencias de las emisiones de GEI del sector.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Corto plazo
13	Comparar los datos de estadísticas nacionales con	Permite implementar procedimientos de control	No se han iniciado gestiones	Corto plazo

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
	las estadísticas provistas por organismos internacionales, siempre que estén disponibles y sean robustas.	de calidad de la información, reducir la incertidumbre y aumentar la exactitud.	de implementación.	
14	Para los casos donde se realizan estimaciones de GEI en base al carbono contenido en los combustibles (ej. gas natural) se revisará de forma frecuente dichos contenidos.	Permite asegurar la calidad de la información con la que se estiman factores de emisión nacionales, reducir la incertidumbre y aumentar la exactitud.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Corto plazo
15	Precisión del tipo de minería para extracción del carbón que se desarrolla en el Perú, dado que actualmente se asume que es 100% a nivel subterráneo. Es necesario un análisis a nivel nacional y regional del tipo de extracción y su producción asociada.	Permite mejorar la exactitud de los cálculos de 1B1a.	No se han iniciado gestiones de implementación.	Mediano plazo
16	Evaluar la aplicabilidad de factores de emisión por defecto a las circunstancias nacionales. 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.	Permite mejorar la exactitud de los cálculos en general	No se han iniciado gestiones de implementación.	Largo plazo
17	FE nacionales: Se controlará si el programa de medición incluyó los procedimientos de CC adecuados cuando los factores de emisión se basan en ensayos específicos de sitio o del nivel de la fuente.	Permite asegurar la exactitud de los cálculos en general	No se han iniciado gestiones de implementación.	Largo plazo
18	FE nacionales: Para uso de datos secundarios, se tratará de determinar si las actividades de CC realizadas durante la elaboración	Permite asegurar la exactitud de los cálculos en general	No se han iniciado gestiones de implementación.	Largo plazo

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
	original de los datos son coherentes con los procedimientos de CC y si se identificaron y documentaron las limitaciones de los datos secundarios.			
19	FE nacionales: se analizará si los datos fueron sometidos a la revisión de los pares y registrar el alcance de dicha revisión	Permite mejorar la exactitud de los cálculos en general	No se han iniciado gestiones de implementación.	Largo plazo

Tabla 4: Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI en base a la revisión del ICA

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Organización interna para que el personal, propio del MINEM, se encargue de la elaboración del RAGEI, que incluye el informe y planilla de cálculo de emisiones, así como los procesos de control de calidad, gestión de calidad y articulación para la obtención de la información más apropiada. Se incluirán capacitaciones.	Aseguramiento del cálculo de las emisiones de GEI del sector y acceso a mayor información base.	Se ha realizado una primera reunión de trabajo y se vienen actualizando la designación de los especialistas encargados.	Corto plazo
2	Realizar análisis y/o estudios que permitan contar con información detallada y confiable para estimar las emisiones por el Método de Referencia aplicando el total de las recomendaciones de la GL2006; coordinando con las direcciones de línea del MINEM, el MTC y PRODUCE cuando sea requerido.	Mejorar el proceso de control de calidad y comparabilidad de los resultados.	No se han iniciado gestiones de implementación	Corto plazo

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
3	Calcular las emisiones de CO, NO _x y NMVOCs, y SO ₂ , coordinando con esquemas de monitoreo existentes como el RETC ⁴ .	Mejorar la exhaustividad del inventario.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
4	Mejorar el análisis de incertidumbre, implementando un proceso de evaluación con apoyo de expertos en un proceso formal y sistematizado.	Mejorar la exactitud de los cálculos propiciando la priorización de las mejoras que deben implementarse a nivel de información primaria y/o secundaria.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
5	Implementar todos los procedimientos de control de calidad sugeridos por IPCC para factores de emisión por defecto, factores de emisión nacionales y niveles de actividad a un nivel nacional.	Asegurar la mayor exactitud posible.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
6	Analizar coherencia de las series temporales de los balances de energía y balances nacionales de energía útil.	Mejora la exactitud del RAGEI.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo
7	Considerar las buenas prácticas del PCC para asegurar que no exista doble contabilidad.	Mejorar la exactitud de los cálculos evitando una sobre estimación.	No se han iniciado gestiones de implementación	Corto plazo
8	Realizar controles de la coherencia de las series temporales de los balances de energía, los mismos que serán también sometidos a análisis mayores toda vez que se elaboren balances nacionales de energía útil	Permite tener una base de datos históricos que sirva para evaluar la coherencia y tendencias de las emisiones de GEI del sector.	No se han iniciado gestiones de implementación	Mediano plazo

Fuente: DGEE – MINEM

⁴ Proyecto: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes

2.2. Metodología de cálculo aplicada

Las emisiones nacionales de GEI presentadas se han estimado haciendo el uso de la Guía N°1: Elaboración del reporte anual de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energía, categorías: Combustión estacionaria y emisiones fugitivas (aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM, en el marco de la implementación del INFOCARBONO) y las GL2006. Específicamente se utilizó el volumen 2 referido a energía, de este los capítulos 2, 4 y 6 para estimar las emisiones por combustión estacionaria, emisiones fugitivas y las emisiones según el método de referencia respectivamente.

Adicionalmente se ha utilizado, el compendio de metodologías para la cuantificación de GEI de las industrias del petróleo y el gas natural de 2009 para determinar el factor de emisión nacional para la combustión del gas natural.

Figura 1: Documentos de referencia utilizados en la elaboración del RAGEI



Fuente: DGEE – MINEM

Haciendo uso de los documentos anteriormente señalados, que orientan y definen los niveles de actividad y factores de emisión más pertinentes, se han estimado las emisiones de GEI generadas por el sector energía.

Es una buena práctica, según lo señala el IPCC, estimar las emisiones de otros gases precursores y/o indirectos. Para el presente RAGEI solo se han podido estimar las emisiones de GEI directos tal como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 5: Categoría de emisiones del sector energía y las emisiones estimadas

Codificación	Categorías de fuentes y sumideros	GEI generados – directos e indirectos	GEI estimados en el RAGEI 2014
1	Energía		
1A	Quema de combustibles		
1A1	Industrias de energía	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O SO ₂ , NO _x , CO, COVDM	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
1A2	Industrias de manufactura y construcción	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O SO ₂ , NO _x , CO, COVDM	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
1A3	Transporte	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O SO ₂	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

	1A4	Otros sectores	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O SO ₂ , NO _x , CO	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles		
	1B1	Combustibles sólidos	CO ₂ , CH ₄	CO ₂ , CH ₄
	1B2a	Petróleo	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	1B2b	Gas natural	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

Fuente: DGEE - MINEM

Tal como se aprecia en la tabla anterior, el sector energía genera emisiones de los principales GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) y no de aquellos generados durante otras actividades industriales como los HFCs, PFCs, SF₆ o el NF₃. Si bien es cierto que durante los procesos de combustión se emiten GEI indirectos (SO₂, NO_x, CO, COVDM) estos no han sido contabilizados en el presente reporte, pero se pretende que sean consideradas en los posteriores.

Dado que en el Perú no se desarrollan actividades de transporte y almacenamiento de CO₂, esta fuente no se ha considerado en la tabla 5.

Finalmente es importante señalar que, si bien se ha tratado de seguir las indicaciones descritas en las directrices del IPCC, algunas fuentes de emisión de GEI han sido calculadas según a como se dispone la información a nivel nacional. Dichos ajustes en el proceso de cálculo se referencian de forma apropiada en la planilla de cálculo Excel y se sistematizan en la tabla a continuación.

Tabla 6: Cálculos ajustados del sector energía: Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas

Codificación	Nombre original de la categoría/fuente IPCC	Justificación del cambio
1 A 1 a i	Generación de electricidad	Para el IPCC incluye las emisiones de todos los usos de combustible para la generación de electricidad de productores como actividad principal, excepto las centrales combinadas de calor y energía. Para fines de monitoreo interno, los resultados de esta fuente se dividen en aquellas instituciones que generan para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y para uso propio / Sistema Aislado (SA).
1 A 2 m	Industria no especificada	No se dispone a la fecha los consumos de combustible por los distintos tipos de industrias señaladas por el IPCC (hierro, pulpa, alimentos, etc.) a excepción de la industria minera, en ese sentido el RAGEI agrupa a todas estas fuentes en 1A2m, lo cual se mantendrá hasta tener información desagregada en el nivel requerido por la GL 2006.
1 A 2 i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Dado que este sector es el único sector industrial que posee información del consumo de combustible en los reportes oficiales actuales, todo lo relacionado a minería se considera en esta fuente.
1 A 4 a	Comercial/Institucional	A nivel nacional se dispone, según el Balance Nacional de Energía (BNE), información del Sector Público (que equivale al institucional) y aparte el Residencial y Comercial. Dado que no se puede desagregar la información del sector comercial, en el RAGEI se estiman las emisiones de 1A4a en base solo a la información del Sector Público del BNE.
1 A 4 b	Residencial	A nivel nacional se dispone, según el Balance Nacional de Energía (BNE), información del sector residencial de forma

Codificación	Nombre original de la categoría/fuente IPCC	Justificación del cambio
		conjunta con el comercial. Dado que no se puede desagregar la información del sector comercial, en el RAGEI se estiman las emisiones de 1A4b en base a la información del Sector Residencial y Comercial del BNE.
1 A 4 c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	En el Balance Nacional de Energía (BNE) figura información para los sectores i) Agropecuario y Agroindustrial y ii) Pesquero (que incluye todo el consumo de energía de las actividades de pesca extractiva y la industria pesquera). Esta información se incluye para las emisiones de 1A4c y no se consideran consumos energéticos en silvicultura y piscicultura por falta de información

Fuente: DGEE-MINEM

2.3. Análisis de incertidumbre

Se ha desarrollado un análisis de la incertidumbre únicamente de las fuentes de emisión de GEI de la sub – categoría: Actividades de quema de combustible (1A). No se ha realizado este análisis para las fuentes de emisión de la sub-categoría: Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B) debido a que estos poseen una alta incertidumbre en sus respectivos factores de emisión, respecto a esto último es necesario contar con mayor asistencia técnica para su debido desarrollo.

El análisis de la incertidumbre de los resultados de las emisiones de GEI aquí presentado está basado en el nivel 1 del método de propagación del error obtenido en la Orientación de las Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre del IPCC 2003 (OBP 2003). Dicho método obtiene la incertidumbre por categorías individuales y además las tendencias entre un año de interés y el año base, el cual por indicaciones de MINAM es el 2010. Este método combina las incertidumbres tanto de los niveles de actividad sumados en el total nacional como de los factores de emisión. Los datos de entrada y resultados se presentan en el anexo 2.

Dado que a nivel nacional no se cuentan con valores reales sobre la incertidumbre de los niveles de actividad, se han utilizado los valores dentro de los rangos que figuran en las Directrices del IPCC 2006.

Siguiendo la recomendación del IPCC, que señala textualmente que: “El compilador del inventario debe juzgar que tipo de sistema estadístico describe mejor las circunstancias nacionales”, se ha considerado que la información de datos de actividad usados en el RAGEI proviene de sistemas estadísticos menos desarrollados (utilizando un enfoque conservador). Según lo explicado por diversos especialistas del MINEM, en la actualidad no existen sistemas de información robustos y con buen control de la calidad por lo que es un punto que se debe mejorar. Para el 2014 la información utilizada proviene de sondeos que el MINEM ya realiza como parte de sus competencias.

2.3.1 Actividades de quema de combustibles

En el caso de existir rangos de valores de incertidumbre, siguiendo las recomendaciones del IPCC, se elige el valor promedio.

Tabla 7: Categorías de emisiones IPCC ajustadas a la realidad nacional – sector energía

Sector	Sistemas estadísticos bien desarrollados		Sistemas estadísticos menos desarrollados	
	Sondeos	Extrapolación	Sondeos	Extrapolación
Producción de la electricidad	Menos del 1%	3-5%	1-2%	5-10%
Combustión comercial, institucional y residencial	3-5%	5-10%	10-15%	15-25%
Combustión industrial (industrias que consumen mucha energía)	2-3%	3-5%	2-3%	5-10%
Combustión industrial (otros)	3-5%	5-10%	10-15%	15-20%

Fuente: Directrices IPCC 2006, volumen 2, capítulo 2, cuadro 2.15

Respecto a la incertidumbre de los factores de emisión, se han utilizado también los recomendados por las directrices del IPCC. En el caso del CO₂ el IPCC recomienda una incertidumbre del 7% mientras que para los otros gases son los que se detallan a continuación.

Tabla 8: Niveles de incertidumbre de los factores de emisión por combustión para metano y óxido nitroso

Sector	CH ₄	N ₂ O
Electricidad pública, cogeneración y calefacción de distritos	50 - 150%	-90 - 900%
Combustión comercial, institucional y residencial	50 - 150%	-90 - 900%
Combustión industrial	50 - 150%	-90 - 900%

Fuente: Directrices IPCC 2006, volumen 2, capítulo 2, cuadro 2.12

Para el caso del N₂O, se ha utilizado un valor de incertidumbre de 405%, dado que el IPCC señala para este gas un rango de incertidumbre de un décimo a diez veces el valor de la media ((0.1+10) / 2) / 1.

Los valores que finalmente fueron usados son los siguientes:

Tabla 9: Niveles de incertidumbre determinados para los datos nacionales de los niveles de actividad

Código	Fuente	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A1ai	Producción de electricidad (SEIN)	1.5%	1.5%	1.5%
1A1ai	Producción de electricidad (SA)	1.5%	1.5%	1.5%
1A1b	Refinación del petróleo	2.5%	2.5%	2.5%
1A1cii	Otras industrias de la energía	7.5%	7.5%	7.5%
1A2i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	12.5%	12.5%	12.5%
1A2m	Industria no especificada	12.5%	12.5%	12.5%
1A4a	Otros sectores: Comercial/Institucional	12.5%	12.5%	12.5%
1A4b	Otros sectores: Residencial	12.5%	12.5%	12.5%
1A4c	Otros sectores: Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	12.5%	12.5%	12.5%

Fuente: DGEE - MINEM

Incertidumbre de emisiones de CO₂

Para el caso de la generación de electricidad (1A1i), se optó por el menor valor (1%) esto porque dado que la información es entregada por las mismas instituciones y que recibe supervisión por parte del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), estos valores podrían estar por debajo de la media. Para esto se analizará a mayor profundidad el análisis de incertidumbre para el siguiente RAGEI.

La incertidumbre del factor de emisión de CO₂ es de 7%, el cual se aplica a todos los tipos de combustibles. En el caso de la incertidumbre del factor de emisión del Gas Natural, que es calculado en base a información nacional el MINEM considera que el nivel de incertidumbre es menor al presentado por el IPCC⁵. Dado que no se ha realizado un análisis de expertos en base a las orientaciones del IPCC, y que los valores de incertidumbre por defecto pueden usarse tanto para los factores de emisión existentes (fueren específicos del país o tomados de las Directrices del IPCC), para el presente RAGEI se opta por mantener el uso del valor por defecto y determinar un valor de incertidumbre nacional para el siguiente periodo de cálculo.

Respecto a la refinación del petróleo (1A1b) y otras industrias de la energía (1A1cii) se optó por aplicar una incertidumbre del orden de 2.5% y 12.5% respectivamente puesto que estos son los valores promedio para la combustión industrial en sistemas estadísticos poco desarrollado en la combustión industrial de las industrias con alto consumo energético y otras, respectivamente.

En el caso de las industrias manufactureras y de la construcción (1A2) y otros sectores (1A4) se ha trabajado con una incertidumbre de 12.5%, la cual es el promedio para la combustión industrial en sistemas estadísticos poco desarrollado en la combustión industrial de las industrias diferentes a las de alto consumo energético (denominada “otras”). La incertidumbre del factor de emisión sigue la misma lógica que para el caso de 1A1i.

Incertidumbre de emisiones de CH₄ e incertidumbre de emisiones de N₂O

La incertidumbre de los datos a nivel de actividad sigue la misma racionalidad que lo explicado para el caso de la incertidumbre del CO₂.

En el caso del CH₄ la incertidumbre del factor de emisión, para la Generación de electricidad (1A1ai) es el promedio de los valores por defecto del rubro “Electricidad pública, cogeneración y calefacción de distritos” de la tabla 8. Para el caso de la refinación del petróleo (1A1b) y otras industrias de la energía (1A1cii) es el promedio de los valores por defecto del rubro “Combustión industrial” del cuadro antes mencionado.

En el caso del N₂O la incertidumbre del factor de emisión, para la Generación de electricidad (1A1ai) es el promedio de los valores por defecto del rubro “Electricidad pública, cogeneración y calefacción de distritos” del cuadro 2.12. Para el caso de la refinación del petróleo (1A1b) y otras industrias de la energía (1A1cii) es el promedio de los valores por defecto del rubro “Combustión industrial” del cuadro antes mencionado.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla a continuación:

⁵ El IPCC ya menciona que las incertidumbres pueden ser inferiores a los valores del Cuadro 2.12 si se utilizan factores de emisión específicos del país. Se indica que es una buena práctica obtener las estimaciones de estas incertidumbres de los expertos nacionales, tomando en cuenta la orientación relativa a los dictámenes de expertos provista en el Volumen 1.

Tabla 10: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones por actividades de quema de combustibles del RAGEI.

Código de la categoría a IPCC	Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
				Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
1		Energía						
	1A	Quema de combustibles						
		Diésel	CO ₂	5.9%	7.0%	9.2%	1.01%	1.03%
		Petróleo industrial	CO ₂	4.9%	7.0%	8.5%	0.29%	0.27%
		Carbón mineral	CO ₂	9.8%	7.0%	12.0%	1.40%	1.80%
		Gas Natural	CO ₂	2.1%	7.0%	7.3%	4.10%	1.91%
		Gas de refinería	CO ₂	2.5%	7.0%	7.4%	0.14%	0.07%
		Gas licuado de petróleo	CO ₂	8.9%	7.0%	11.3%	1.25%	1.56%
		Coque	CO ₂	2.5%	7.0%	7.4%	0.06%	0.03%
		Gasolina para motores	CO ₂	10.2%	7.0%	12.4%	0.25%	0.33%
		Kerosene	CO ₂	12.5%	7.0%	14.3%	0.07%	0.09%
		Antracita	CO ₂	12.5%	7.0%	14.3%	0.16%	0.23%
		Fuelóleo residual	CO ₂	12.5%	7.0%	14.3%	0.05%	0.06%
		Diésel	CH ₄	6.7%	100.0%	100.2%	0.01%	0.01%
		Petróleo industrial	CH ₄	4.9%	100.0%	100.1%	0.00%	0.00%
		Carbón mineral	CH ₄	10.3%	100.0%	100.5%	0.02%	0.00%
		Gas Natural	CH ₄	2.1%	100.0%	100.0%	0.02%	0.00%
		Gas de refinería	CH ₄	2.5%	100.0%	100.0%	0.00%	0.00%
		Gas licuado de	CH ₄	11.2%	100.0%	100.6%	0.01%	0.00%

Código de la categoría IPCC	Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
				Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
		petróleo						
		Gasolina para motores	CH ₄	10.8%	100.0%	100.6%	0.01%	0.00%
		Coque	CH ₄	12.5%	100.0%	100.8%	0.00%	0.00%
		Kerosene	CH ₄	12.5%	100.0%	100.8%	0.00%	0.00%
		Antracita	CH ₄	12.5%	100.0%	100.8%	0.07%	0.01%
		Fuelóleo residual	CH ₄	12.5%	100.0%	100.8%	0.00%	0.00%
		Diésel	N ₂ O	5.8%	405.0%	405.0%	0.11%	0.00%
		Petróleo industrial	N ₂ O	4.9%	405.0%	405.0%	0.03%	0.00%
		Carbón mineral	N ₂ O	8.3%	405.0%	405.1%	0.23%	0.01%
		Gas Natural	N ₂ O	2.1%	405.0%	405.0%	0.13%	0.00%
		Gas de refinería	N ₂ O	2.5%	405.0%	405.0%	0.00%	0.00%
		Gas Licuado de petróleo	N ₂ O	9.2%	405.0%	405.1%	0.03%	0.00%
		Gasolina para motores	N ₂ O	10.5%	405.0%	405.1%	0.03%	0.00%
		Coque	N ₂ O	12.5%	405.0%	405.2%	0.02%	0.00%
		Kerosene	N ₂ O	12.5%	405.0%	405.2%	0.01%	0.00%
		Fuelóleo residual	N ₂ O	12.5%	405.0%	405.2%	0.00%	0.00%
		Total	CO_{2eq}				4.6%	3.3%

Fuente: DGEE - MINEM

El análisis aquí desarrollado ha permitido estimar cual es la incertidumbre como porcentaje total de las emisiones del RAGEI 2014 pero además la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones de 1A, tomando como referencia el INGEI del año 2010. En el primer caso la incertidumbre combinada resultó en 4.6% mientras que para la incertidumbre introducida en la tendencia esta resultó en un 3.3%. Ambas se consideran bajas, lo cual es importante porque indican que los resultados de emisiones de GEI por quema de combustibles (1A) no se encuentran muy alejados de la realidad (valores con alta exactitud). Es importante recalcar que no se ha estimado el impacto en la reducción de la incertidumbre del factor de emisión del GN dado que debe realizarse una evaluación para determinar el valor nacional de incertidumbre que corresponderá a este combustible en el futuro (para efectos del presente RAGEI, se ha mantenido el valor de incertidumbre por defecto que plantea el IPCC).

2.3.2 Emisiones fugitivas por la fabricación de combustibles

Los valores de incertidumbre utilizados son los siguientes:

Combustibles sólidos

Tabla 11: Incertidumbre de los factores de emisión de metano por la fabricación de combustibles sólidos

Minería	Nivel 1
Extracción	25%
Post-extracción	67%

Fuente: Cuadro 4.1.2 GL 2006

Respecto a la incertidumbre de los niveles de actividad, según lo señalado por el IPCC en sus GL2006 (página 2.83) el valor es del **10%**.

Petróleo y gas natural

La incertidumbre para estas fuentes son las más difíciles de estimar en el sector energía según lo señalado en las GL2006: “Debido a la complejidad de la industria del petróleo y el gas, es difícil cuantificar las incertidumbres netas en el conjunto de los inventarios, los factores de emisión y los datos de actividad. Si bien se han hecho algunos análisis semicuantitativos, es necesario realizar un análisis cuantitativo más detallado”.

Tabla 12: Incertidumbre de los factores de emisión de metano por la fabricación de petróleo y gas natural

Categoría	Fuente de emisión	Incertidumbre (% del valor)	Incertidumbre (% del valor)	Incertidumbre (% del valor)
Perforación de pozos	1.B.2.a.ii o 1. B.2.b. ii	-12.5 a 800%	-12.5 a 800%	ND
Prueba de pozos	1.B.2.a.ii o 1. B.2.b. ii	-12.5 a 800%	-12.5 a 800%	-12.5 a 800%
Servicios a los pozos	1.B.2.a.ii o 1. B.2.b. ii	-12.5 a 800%	-12.5 a 800%	ND
Producción de petróleo	1.B.2.a.iii.	-12.5 a 800%	-12.5 a 800%	ND

Categoría	Fuente de emisión	Incertidumbre (% del valor)	Incertidumbre (% del valor)	Incertidumbre (% del valor)
Venteo de gas natural	1.B.2.b. i	ND	ND	ND
Quema en antorcha del gas natural	1.B.2.b. ii	ND	ND	ND
Procesamiento del gas	1.B.2.b.iii.	-40 a 250%	-40 a 250%	ND
	1.B.2.b. ii	-75 a 75%	-75 a 75%	ND
	1.B.2.b. i	ND	-10 a 100%	ND
Transmisión y almacenamiento del gas	1.B.2.b.iii.	-40 a 250%	-40 a 250%	ND
	1.B.2.b.iii.	-20 a 500%	-20 a 500%	ND
Distribución del gas	1.B.2.b.iii.	-20 a 500%	-20 a 500%	ND

Fuente: GL2006, Volumen 4: Emisiones fugitivas pág. 4.55 y 4.60 (cuadro 4.2.5)

Respecto a la incertidumbre de los niveles de actividad, según lo señalado por el IPCC en sus GL2006 (página 4.73) el valor es del **25%**.

Con estos datos se ha trabajado la estimación de la incertidumbre por emisiones fugitivas, en el caso de las fuentes que poseen un rango de valores para ellas se ha utilizado el promedio. Los resultados encontrados se presentan a continuación:

Tabla 13: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones fugitivas por fabricación de combustibles del RAGEI.

Código de la categoría IPCC	Categoría del IPCC	GEI	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
1	Energía						
1B	Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles						
	Petróleo	CO ₂	25%	394%	394.5%	1.00%	0.09%
	Gas Natural	CO ₂	25%	96%	99.1%	41.66%	14.54%
	Combustibles Sólidos	CH ₄	10%	23%	25.5%	0.37%	0.20%
	Petróleo	CH ₄	25%	394%	394.5%	158.60%	13.91%
	Gas Natural	CH ₄	25%	139%	141.3%	22.66%	5.56%
	Petróleo	N ₂ O	25%	394%	394.5%	0.00%	0.00%
	Gas Natural	N ₂ O	25%	394%	394.5%	0.13%	0.01%
	Total	CO_{2e}				165.5%	20.9%

Fuente: DGEE - MINEM

El análisis aquí desarrollado ha permitido estimar cual es la incertidumbre como porcentaje total de las emisiones del RAGEI 2014 pero además la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones de 1B, tomando como referencia el INGEI del año 2010. En el primer caso la incertidumbre combinada resultó en 165.5% mientras que para la incertidumbre introducida en la tendencia esta resultó en un 20.9%. Ambas resultaron altas lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre

2.4. Control de calidad

El RAGEI aquí presentado fue sometido a un proceso de revisión y control de calidad con la finalidad de evitar posibles errores que se puedan suscitar por una mala administración y transcripción de los datos, errores en la conversión de unidades, la ejecución de las estimaciones, entre otros. Este proceso se ha realizado siguiendo las recomendaciones de las Directrices para la elaboración de inventarios del IPCC 2006 y se han aplicado tanto para los niveles de actividad, la planilla de cálculo y los datos y resultados presentados en el siguiente reporte. No obstante, es importante señalar que es necesario, como una buena práctica, la realización de una verificación (gestión de la calidad) por una tercera parte externa a quienes participaron en el proceso de elaboración del RAGEI.

A continuación, se presentan los procedimientos generales de control de calidad aplicados al RAGEI 2014.

Tabla 14: Procedimientos generales de control de calidad 2014

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINEM
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.	Realizó verificación cruzada.	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.	Confirmó las referencias.	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.	Realizó verificación cruzada.	Se realizaron revisiones de datos aleatoriamente garantizando que estos han sido tomados correctamente.
Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones.	No se implementó.	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.	No se implementó.
Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las	Realizó control aleatorio de	Se revisó minuciosamente que las unidades utilizadas figuren en la

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINEM
planillas de cálculos.	unidades.	planilla de cálculo.
Controlar que se mantengan las unidades correctamente desde el comienzo hasta el final de los cálculos.	Realizó control aleatorio de unidades.	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.	No se implementó.	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.	No se implementó.
Confirmar que los pasos correctos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos.	Confirmó el procesamiento de la información.	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. 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.	No se implementó.	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.	No se implementó.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINEM
Garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.	Garantizó el archivo de documentos en la plataforma web del INFOCARBONO.	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 Dirección General de Eficiencia Energética.
Identificar parámetros (p. ej. datos de la actividad, constantes) comunes a muchas categorías y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.	Comprobó la coherencia de los datos.	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 absorciones estén agregados correctamente de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes.	Verificó movimiento de los datos.	Se ha asegurado que los resultados obtenidos por primera vez han agrupado de forma correcta hasta los resultados finales.
Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.	Verificó movimiento de los datos.	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.	No se implementó.
Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.	No se implementó.	No se implementó.
Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente.	Revisó el proceso de cálculo de la incertidumbre.	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.	No se implementó.
Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Revisó la coherencia temporal.	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.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINEM
Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	No se implementó.	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.	No se implementó.	No se realizó por qué no hubo cambios metodológicos.
Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.	No se implementó.	No se implementó.
Confirmar que se declaren las estimaciones para todas las categorías y para todos los años, a partir del año de base correspondiente, hasta el período del inventario actual.	Aseguró que se declaran las emisiones para todas las categorías.	Se identificaron fuentes que anteriormente no fueron consideradas, estas se han actualizado en todos los inventarios elaborados.
Para las subcategorías, confirmar que quede cubierta la categoría en su totalidad.	Se confirmó dicha cobertura.	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 implementó.	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.	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 absorciones 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.
Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de	No se implementó.	No se implementó.

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINEM
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 absorciones?		
Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.	No se implementó.	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, absorción e incertidumbre.	Aseguramiento de uso de formatos comparables y trazabilidad de la información.	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.	Comprobó el archivo de datos	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.	Se realizó dicho control	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.	No se implementó.

Fuente: DGEE-MINEM

Adicionalmente se han considerado los siguientes procedimientos de control de calidad:

Tabla 15: Procedimientos generales de control de calidad adicionales aplicados para el RAGEI 2014

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINEM
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	No se desarrolló esta acción

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINEM
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.	
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	
Si 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 principal empresa distribuidora a nivel nacional en el año 2014 (Cálidda). No se consultó sobre la existencia de procedimientos de CC pero se comparó la coherencia de los datos brindados 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.	El valor obtenido fue remitido a la empresa Cálidda, principal interesada en tener este factor, pero no se tiene un procedimiento de revisión externa que registre el alcance de la misma.
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 +0.3%.
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

Procedimiento IPCC	Procedimientos realizados por MINEM
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 no estén disponibles para todos los sitios o plantas).	No se disponen de factores de planta por lo que no se realizó esta acción
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).	Los niveles 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. No se realizaron comparaciones con fuentes internacionales.
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 niveles de actividad con los datos históricos (ver capítulo 3.5) para identificar posibles irregularidades entre los datos. Los datos siempre han sido a nivel nacional obtenidos de la misma fuente.

Fuente: DGEE – MINEM en base a recomendaciones del IPCC

2.5. Proceso de elaboración del RAGEI

2.5.1 Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información de los niveles de actividad y los factores de emisión.

Los niveles de actividad requeridos han sido obtenidos en la mayoría de casos de documentos oficiales del país (fuentes primarias) entre los que tenemos: Balance Nacional de Energía (2014)⁶, Anuario Estadístico de Electricidad (2014)⁷ y Estadística petrolera (2014)⁸.

En adición a esto se ha necesitado información específica de algunas instituciones como son Petroperú, Cálidda y Repsol, a quienes se les solicitó oficialmente la información requerida a través de formatos previamente elaborados. Con estas instituciones se sostuvieron además reuniones para hacerles de conocimiento del proceso de elaboración continua de RAGEI en el marco del INFOCARBONO y hacerlos partícipes de los siguientes RAGEI.

- Nivel interno (dentro del Ministerio)
 - o *Acciones y arreglos implementados para el presente RAGEI.*

Para la elaboración del RAGEI del sector energía correspondiente al año 2014, la DGEE, a través del proyecto: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación en los sectores de generación de energía y su uso final en el Perú, contrató un especialista para elaborar el RAGEI 2014. Dicho especialista, en estrecha colaboración con el personal de la DGEE, Dirección General de Electricidad (DGE), Dirección General de Hidrocarburos (DGH) y Dirección General de Minería (DGM) se encargó de recopilar y procesar la información que ha sido requerida para posteriormente realizar los cálculos presentados en el RAGEI.

Durante el proceso de elaboración del presente RAGEI, dado el poco tiempo que se dispuso para la elaboración del mismo, no se implementaron arreglos institucionales internos oficiales, pero si se han avanzado en acciones que en esta materia se deben implementar para los siguientes RAGEI. Se han delegado oficialmente a los profesionales, de las direcciones generales citadas en el párrafo precedente, que se harán a cargo de la elaboración de los próximos RAGEI y se ha dado inicio a las primeras reuniones de transferencia de capacidades y formación.

- o Acuerdos de acciones y arreglos para siguientes RAGEI.

El próximo RAGEI, referido a las emisiones de energía del año 2015, será elaborado por el propio personal del MINEM. El equipo de trabajo del MINEM garantizará la presencia de especialistas en las materias requeridas en este proceso, los cuales son: especialistas en

⁶ MINEM: [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014\(1\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf)

⁷ MINEM: <http://www.minem.gob.pe/estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225>

⁸ PERUPETRO: <http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES>

la elaboración de balances nacionales de energía, electricidad, hidrocarburos (líquidos y gas natural) y minería (carbón). El grupo técnico contará con un coordinador quien pertenecerá a la DGEE y se encargará de dirigir y asegurar que el proceso se desarrolle de la mejor manera y en los tiempos establecidos. Para este grupo se ha previsto desarrollar las siguientes acciones:

- ✓ Definir la estructuración del equipo interno de trabajo, identificando y aprobando los respectivos roles y responsabilidades de los profesionales de las diferentes Direcciones Generales que participarán en el proceso.
- ✓ Establecer de forma coordinada un cronograma de trabajo que permita implementar revisiones de control y gestión de calidad interna y cumplir con los requerimientos del INFOCARBONO.
- ✓ Fortalecer las capacidades al equipo de trabajo según las necesidades identificadas.
- ✓ Revisar y analizar los actuales requerimientos de información que realiza el MINEM a los diferentes actores del sector, de manera que se adecúen al nivel de desagregación y calidad requeridos para los cálculos de emisiones, lo cual no sólo mejorará la elaboración del RAGEI, sino que mejorará la calidad del balance nacional de energía y otros documentos o instrumentos que se utilizan en la planificación energética nacional.

A nivel de la DGEE, encargada de elaborar los RAGEI, se llegaron a los siguientes acuerdos:

- ✓ El equipo técnico que ha conformado oficialmente el MINEM se encargará de elaborar los siguientes RAGEI. Este podría ser modificado, para ser actualizado o ampliado en caso sea requerido.
 - ✓ La DGEE se encargará de coordinar este proceso, quien dispondrá de un coordinador para tal fin.
 - ✓ Tanto el coordinador como el equipo técnico de trabajo constituido recibirá, en la medida que lo requiera, acompañamiento y soporte técnico proveído por el proyecto de las NAMAs de energía y siempre que sea posible por el MINAM, tal como se señala en el artículo 5, inciso d, del Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM que crea el INFOCARBONO.
 - ✓ Se definirán los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo técnico conformado.
 - ✓ Se establecerá un cronograma de trabajo, el cual estará bajo supervisión constante del coordinador.
 - ✓ Identificar acciones que faciliten el proceso de elaboración del RAGEI.
- Nivel interinstitucional (con otras instituciones del sector público y/o privado).

Para la elaboración del presente RAGEI se han llevado a cabo reuniones de acompañamiento técnico con MINAM, como administrador del INFOCARBONO en las cuáles se generaron las capacidades para la estimación de la incertidumbre y orientaciones para la elaboración del presente reporte.

Adicionalmente se realizaron reuniones con algunas instituciones que poseen información relevante (Repsol, PETROPERU y Cálidda) de forma conjunta con el MINAM. En estas se les explicó el marco bajo el cual se elaboran los INGEI y RAGEI (INFOCARBONO) de manera que se dejó en claro que este es un trabajo continuo enmarcado en la gestión pública nacional y que por ende siempre será necesario, en la medida de sus posibilidades, contar con su colaboración para el acceso y generación de información que permitan mejorar la exactitud y exhaustividad de los cálculos.

Es necesario establecer contacto y generar buenas relaciones y arreglos (para el acceso a información relevante) con instituciones que posean dicha información la cual es primordial para la elaboración del RAGEI. Para este se tuvo un primer acercamiento con las instituciones mencionadas en el párrafo precedente, quienes contribuyeron facilitando información relevante para el RAGEI. Será importante mantener el contacto con estas instituciones, pero además incorporar otras para los siguientes RAGEI, entre estas tenemos a: OSINERGMIN, Pluspetrol, Transportadora de gas del Perú (TgP), Contugas, entre otras.

2.5.2 Los procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI.

Se ha creado una carpeta digital que contiene todos los archivos concernientes a la elaboración del RAGEI, esta carpeta se estructura y contiene lo siguiente:

Tabla 16: Sistema de archivo digital del RAGEI - 2014

Carpeta	Contenido
Niveles de actividad	Contiene la relación de documentos que poseen parte de la información requerida para la estimación de las emisiones nacionales de GEI del sector energético. Además, hay archivos extraídos de publicaciones con su respectivo vínculo web y correos electrónicos u hojas escaneadas cuando la información fue proveída por alguna institución específicamente. La información en esta carpeta se encuentra subdividida según el sub-sector al cual pertenece: electricidad, hidrocarburos líquidos, gas natural, y emisiones fugitivas
Plantilla de cálculo	En esta carpeta se encuentra el archivo Excel con el que se estimaron las emisiones de GEI del sector energía.
Incertidumbre	Esta carpeta contiene el archivo Excel con el que se estimaron las incertidumbres asociadas al cálculo de las emisiones de GEI según cada tipo de fuente de emisión.
RAGEI	Contiene el informe propiamente.
Datos históricos	Aquí se ubican los archivos Excel que contienen las emisiones de GEI de los anteriores inventarios. Contiene archivos originales, sus actualizaciones, pero además hojas de resumen.
Otros materiales	En esta carpeta se ubican otros materiales que sirvieron de apoyo para la elaboración del RAGEI como documentos del IPCC, del API, entre otros.

Fuente: DGEE - MINEM

La información citada en la presente tabla es administrada por los técnicos de la DGEE, quienes al mismo tiempo son los que se encargan de ingresar los documentos requeridos en el portal web del INFOCARBONO.

2.5.3 Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo.

El MINEM, a través de la DGEE (dirección que coordina la elaboración del RAGEI), está realizando las gestiones necesarias para que de forma conjunta con otros órganos de línea (DGH, DGE y DGM) se cuente con la capacidad de elaborar y reportar las emisiones sectoriales anualmente, actividad que es necesaria según lo estipulado en el marco del INFOCARBONO. En ese sentido se vienen designando a los especialistas de las distintas áreas involucradas para cumplir con este compromiso y la DGEE está dando las orientaciones para que estos especialistas sean los idóneos.

Dado que los especialistas designados, se encargarán por primera vez del desarrollo del RAGEI del sector energía, será necesario generar y fortalecer capacidades en los mismos. Dichas capacitaciones serán realizadas mediante apoyo del proyecto de NAMAs de energía y además por otras gestiones que realice el MINAM. Estas capacitaciones abarcarán los siguientes puntos:

- Aspectos generales de cálculo de emisiones y su reporte oficial (conceptos generales, métodos y niveles de cálculo, entre otros).
 - Presentación la planilla de cálculo y niveles de actividad requeridos.
 - Estimación de las emisiones de GEI
 - Control y gestión de la calidad
 - Estimación de la incertidumbre
 - Estimación mediante el método de referencia
 - Cálculo de gases precursores/indirectos
 - Otros que se identifiquen
- Roles y responsabilidades requeridas en el MINEM

Para poder realizar un efectivo proceso de elaboración del RAGEI se requiere contar con especialistas de distintas áreas y los siguientes roles propuestos deben ser validados para el siguiente RAGEI:

Tabla 17: Rol de los especialistas involucrados en la elaboración del RAGEI

Especialista	Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
Coordinador	MINEM DGEE	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de elaborar el RAGEI - Responsable en la estimación de las emisiones nacionales de GEI a través del uso de la planilla de cálculo creado para tal fin. - Supervisar y asegurar el cumplimiento de las acciones correspondientes a cada especialista designado según el cronograma de trabajo por establecer. - Coordinar con MINAM el desarrollo de capacidades y otras gestiones que se requieran entre ambas partes.

Especialista	Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
Asistente técnico general	MINEM - DGEE	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la incertidumbre - Realizar el control de la calidad a los datos estimados en la planilla de cálculo. - Solicitar las reuniones con otros especialistas, así como atender sus requerimientos. - Apoyar a otros especialistas en los procesos de requerimiento de información y desarrollo de arreglos con otros actores dentro o fuera del MINEM.
Especialista en electricidad	MINEM - DGE	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de proveer información para la sub – categoría: producción de electricidad como actividad principal. - Solicitar información de otras instituciones según el detalle requerido para la elaboración de RAGEI. - Procesar la información como se requiere en la planilla de cálculo para las estimaciones de GEI. - Elaborar un breve análisis de la dinámica de su sector en comparación a años anteriores.
Especialista en hidrocarburos líquidos	MINEM - DGH	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de proveer información para las sub – categorías: consumo de combustible por: industrias energéticas, transporte por oleoductos, sectores económicos y actividades en la producción del petróleo - Solicitar información de otras instituciones según el detalle requerido para la elaboración de RAGEI. - Procesar la información como se requiere en la planilla de cálculo para las estimaciones de GEI. - Elaborar un breve análisis de la dinámica de su sector en comparación a años anteriores.
Especialista en gas natural	MINEM - DGH	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de proveer información para las sub – categorías: consumo de gas natural por: industrias energéticas, transporte por gasoductos, sectores económicos y las emisiones fugitivas derivadas de actividades en la producción del gas natural. - Solicitar información de otras instituciones según el detalle requerido para la elaboración de RAGEI. - Procesar la información como se requiere en la planilla de cálculo para las estimaciones de GEI. - Elaborar un breve análisis de la dinámica de su sector en comparación a años anteriores.
Especialista en carbón	MINEM - DGM	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de proveer información para las sub – categorías: emisiones fugitivas derivadas de la producción de carbón. - Solicitar información de otras instituciones según el detalle requerido para la elaboración de RAGEI. - Procesar la información como se requiere en la planilla de cálculo para las estimaciones de GEI. - Elaborar un breve análisis de la dinámica de su sector en comparación a años anteriores.

Fuente: DGEE – MINEM

3. RESULTADO SECTORIAL

3.1 Emisiones sectoriales del año 2014

En el año 2014, el sector energía (excluido el sector transporte⁹) ha generado **32,972 GgCO₂eq.**

⁹ Solo se incluye la fuente: transporte por tuberías según indicación del MINAM.

Tabla 18: Emisiones nacionales de GEI del sector energía (excluido transporte) – 2014

Categorías	CO ₂ neto	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Otros gases halogenados con factores de conversión de equivalente de CO ₂	Otros gases halogenados sin factores de conversión de equivalente de CO ₂	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)	(Gg)
Total de emisiones y absorciones nacionales												
1 ENERGÍA	30,334	124	0.14						NE	NE	NE	NE
1A Actividades de quema de combustible	28,467.19	2.17	0.130						NE	NE	NE	NE
1A1 Industrias de la energía:	14,734.74	0.28	0.035						NE	NE	NE	NE
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	9,006.69	0.47	0.0727						NE	NE	NE	NE
1A3 Transporte	28.26	0.00	0.000						NE	NE	NE	NE
1A4 Otros sectores	4,697.50	1.41	0.021						NE	NE	NE	NE
1A5 No especificado									NE	NE	NE	NE
1B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1,867.25	121.37	0.01						NE	NE	NE	NE
1B1 Combustibles sólidos	NO	3.07	NO						NE	NE	NE	NE
1B2 Petróleo y gas natural	1,867.25	118.30	0.01						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	NO								NE	NE	NE	NE
1C1 Transporte de CO ₂	NO								NE	NE	NE	NE
1C2 Inyección y almacenamiento	NO								NE	NE	NE	NE

Fuente: DGEE – MINEM

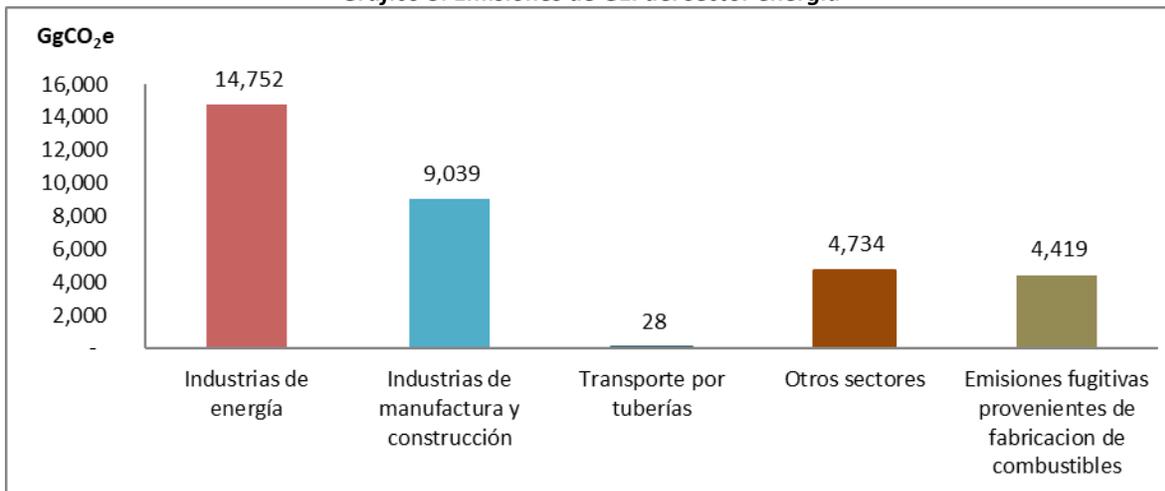
Nota: NO es No Ocurre, NE es No Estimado

De los resultados del presente RAGEI es necesario precisar lo siguiente:

- a) En la actualidad no se dispone de información desagregada de las industrias de pulpa, papel, alimentos, bebidas, tabaco, minería no metálica, madera, construcción, textiles y cuero. Todas estas han sido incluidas en la fuente: Otras industrias de manufactura y construcción (1A2b) y por eso llevan la codificación IE: Incluidas en otro lugar, cuando sean evaluadas en el RAGEI.
- b) Las emisiones de GEI derivadas del sector transporte, a excepción de la fuente: transporte por tuberías, no se consideran en este reporte dado que sus estimaciones le competen al MTC según lo establecido en el INFOCARBONO y por ende llevarán la codificación NE: No estimada, cuando sean evaluadas en el RAGEI.
- c) La minería para extracción del carbón que se desarrolla en el Perú se asume que es subterránea, en ese sentido no se generan emisiones por la minería de superficie y llevarán la codificación NO: No ocurre, cuando sean evaluadas en el RAGEI.
- d) Algunas fuentes dentro de la categoría emisiones fugitivas carecen de información por ende no han sido estimadas y llevarán la codificación NE: No estimada, cuando sean evaluadas en el RAGEI.
- e) En el Perú no se realizan actividades de almacenamiento y transporte de dióxido de carbono por lo que esta fuente llevará la codificación NO: No Ocurre, cuando sean evaluadas en el RAGEI.

La categoría que genera mayores emisiones de GEI es la de industrias de la energía (1A1), la cual emite 14,752 GgCO₂eq y representa el 44.7% de las emisiones estimadas en el presente RAGEI. Otra categoría importante, dada la representatividad de sus emisiones, son las industrias de la manufactura y construcción (1A2) la que ha generado 9,039 GgCO₂eq (27.4%).

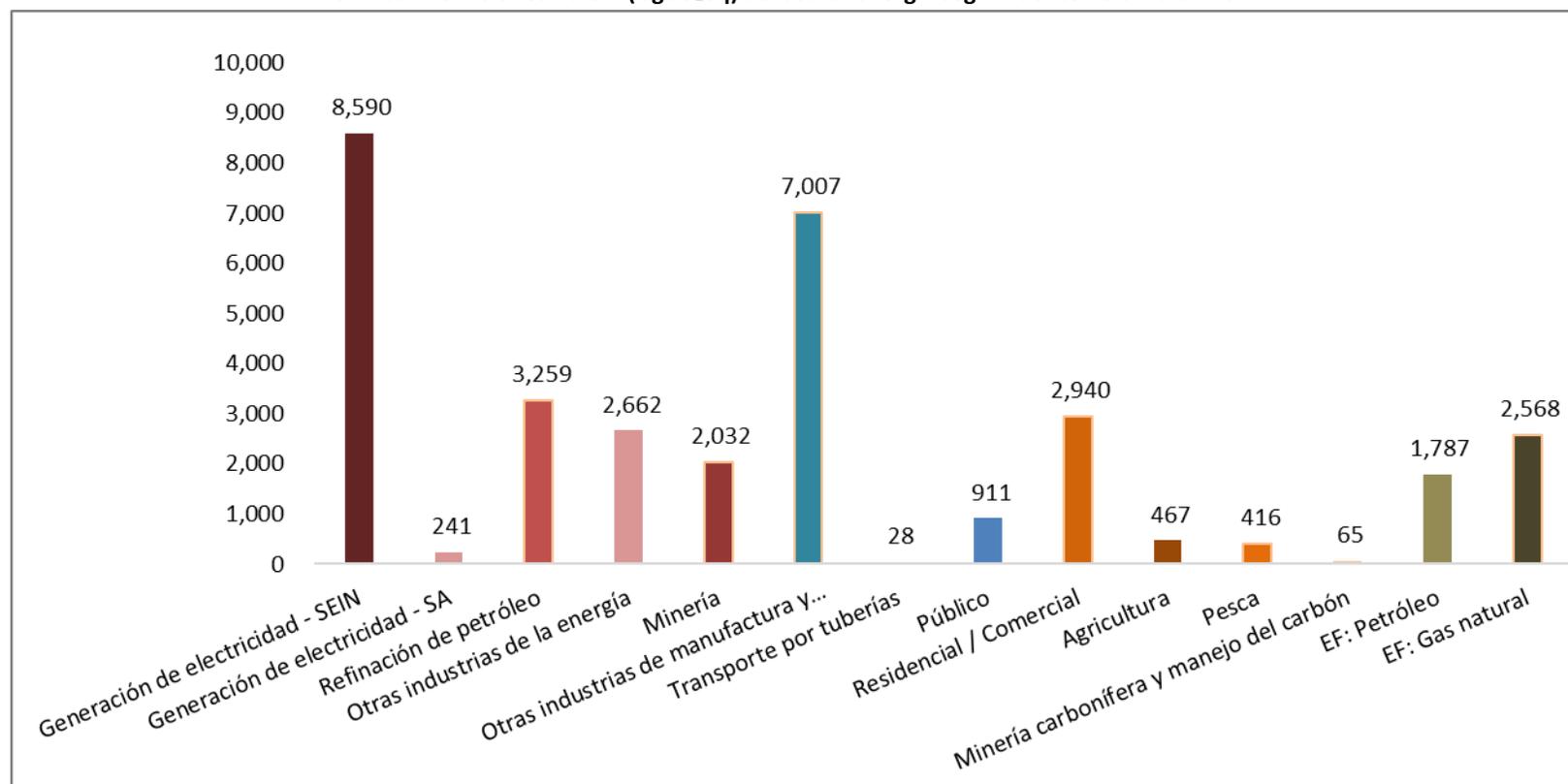
Gráfico 3: Emisiones de GEI del sector energía



Fuente: DGEE - MINEM

Un mayor análisis se puede apreciar en el gráfico que figura debajo en el cual se aprecia que las principales fuentes de emisión de GEI son: a) Generación de electricidad, b) Otras industrias de la manufactura y construcción y c) Refinación del petróleo.

Gráfico 4: emisiones de GEI (GgCO₂eq) del sector energía según fuente de emisión-2014



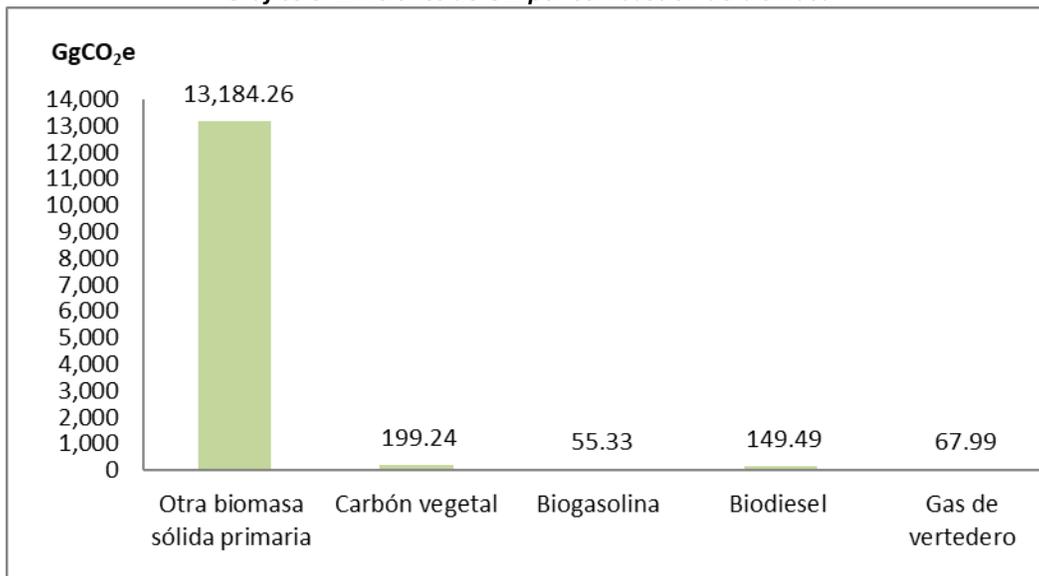
Fuente: DGEE - MINEM

Emisiones informativas

En el año 2014, las emisiones de GEI generadas por la combustión de la biomasa con fines energéticos o emisiones informativas fueron de **13,656 GgCO₂eq**. Estas emisiones se han generado por la quema de leña (principalmente en el sector residencial de la zona rural), carbón vegetal (en el sector residencial y comercial), biocombustibles (etanol y biodiesel presente en el gasohol y diésel B5 respectivamente) y el gas de vertedero generado por la central térmica de Huaycoloro.

A continuación, se presenta de manera gráfica las emisiones de GEI estimadas para el año 2014 según tipo de combustible.

Gráfico 5: Emisiones de GEI por combustión de biomasa

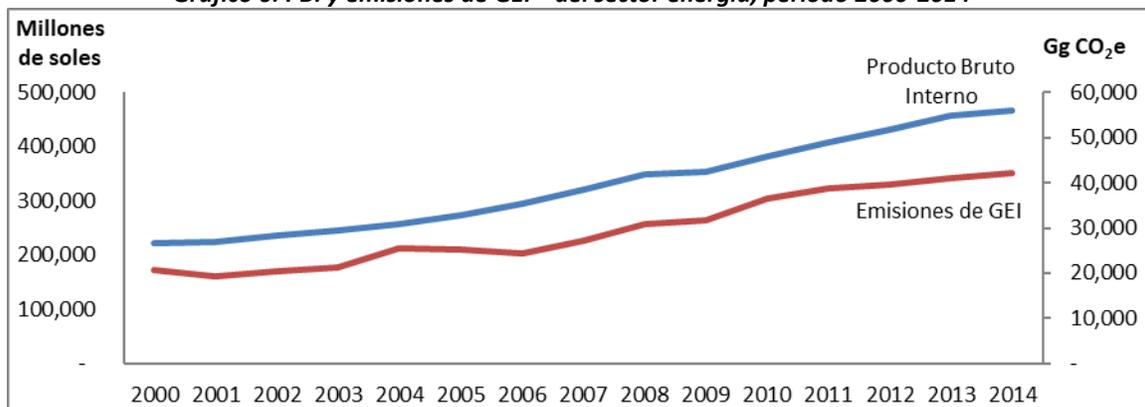


Fuente: DGEE - MINEM

3.2 Descripción de la situación sectorial

A nivel nacional el consumo energético (consumo de combustibles de los sectores económicos incluido transporte y para la generación de electricidad) continúa presentando una tendencia de crecimiento tal como se ha venido dando en los últimos años. Este crecimiento está asociado al crecimiento poblacional, comercial e industrial que genera un aumento en la demanda de energía y que repercute de forma positiva en el Producto Bruto Interno (PBI).

Gráfico 6: PBI y emisiones de GEI¹⁰ del sector energía, periodo 2000-2014



Fuente: PBI: INEI y BCR: <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/cuadros-anales-historicos.html> (cuadro 7)
Emisiones de GEI: DGEE - MINEM

Tal como se puede apreciar en el gráfico anterior la tendencia de crecimiento del PBI y las emisiones de GEI son bastante similares, si bien el PBI no está ligado únicamente al componente energético, este se encuentra muy asociado.

En el caso de los combustibles, el diésel es el que se viene consumiendo en mayores cantidades y es utilizado principalmente en el sector transporte (no contabilizado en este reporte), minero e industrial. Otros combustibles relevantes en la economía nacional por su alto consumo son la leña, el gas licuado de petróleo (GLP), el gas natural y la gasolina.

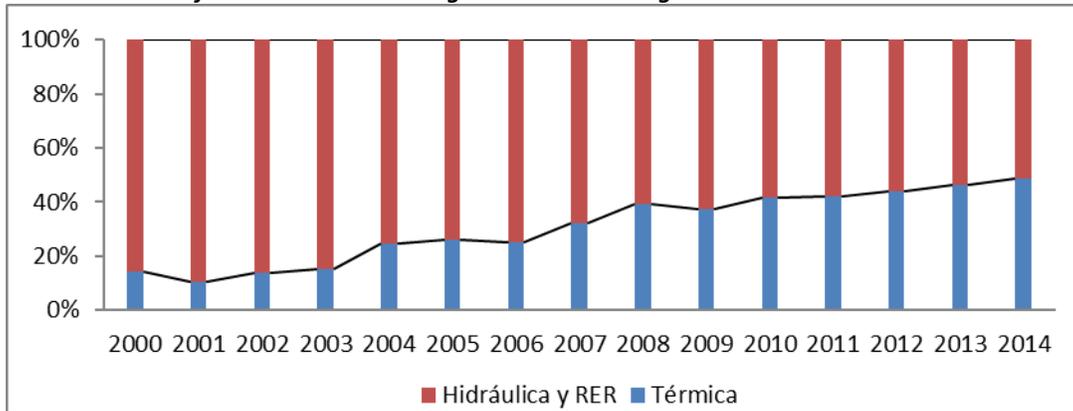
En el caso de la leña, si bien este no se cuantifica para las emisiones de GEI del sector, por ser contabilizadas en el sector forestal y de cambios de uso del suelo como pérdida de biomasa forestal, esta se consume principalmente por el sector residencial. El GLP se usa principalmente por el sector residencial y su consumo viene incrementándose en los sectores transporte e industrial. El gas natural se consume principalmente en el sector de la industria de generación de electricidad, otras industrias y en transporte, su consumo viene creciendo de forma considerada en el sector residencial, aunque por ahora no es tan representativo.

Análisis de la oferta

Desde el punto de vista de la oferta, considerando específicamente la generación de energía para el mercado eléctrico, es importante conocer como se ha comportado el mercado eléctrico en los últimos años de manera que se pueda evaluar cuáles son sus tendencias.

¹⁰ Las emisiones de GEI de la gráfica no representan la totalidad de las emisiones del sector energía, esta contiene las emisiones de GEI por consumo de combustible de los sectores económicos y la industria de la generación de energía eléctrica. En esta se excluye el consumo de combustibles por refinerías, otras industrias energéticas y las emisiones fugitivas generadas por la producción de combustibles.

Gráfico 7: Tendencia de la generación de energía del mercado eléctrico

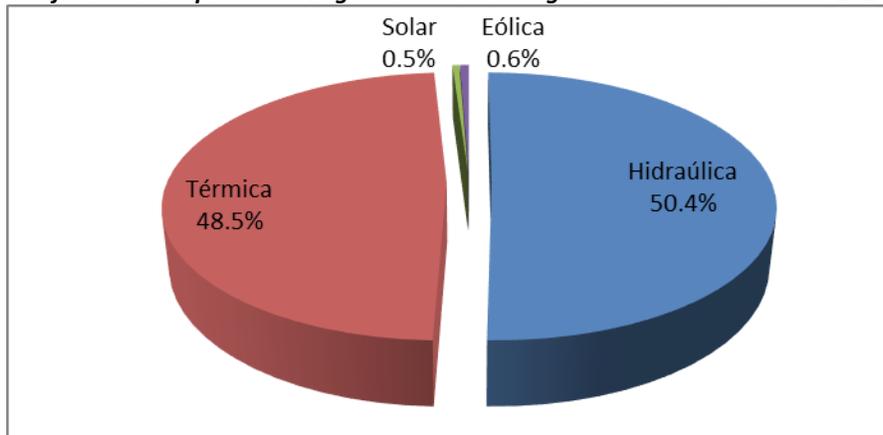


Fuente: DGEE - MINEM

Tal como se puede observar del gráfico anterior la generación de energía eléctrica era predominantemente generada por centrales hidráulicas (cerca del 90%), este escenario con la entrada del gas natural de Camisea fue revirtiéndose hasta tener una distribución casi equitativa entre la generación hidráulica y térmica.

Para el año 2014 la energía eléctrica fue generada con una participación del 50.4% de centrales hidráulicas, 48.5% por centrales térmicas y un 1.1 por energías renovables no convencionales (0.5% solar y 0.6% eólica). Estas últimas han entrado desde el año 2012 con generación por unidades de origen solar y recién en el año 2014 hubo generación por unidades de origen eólico.

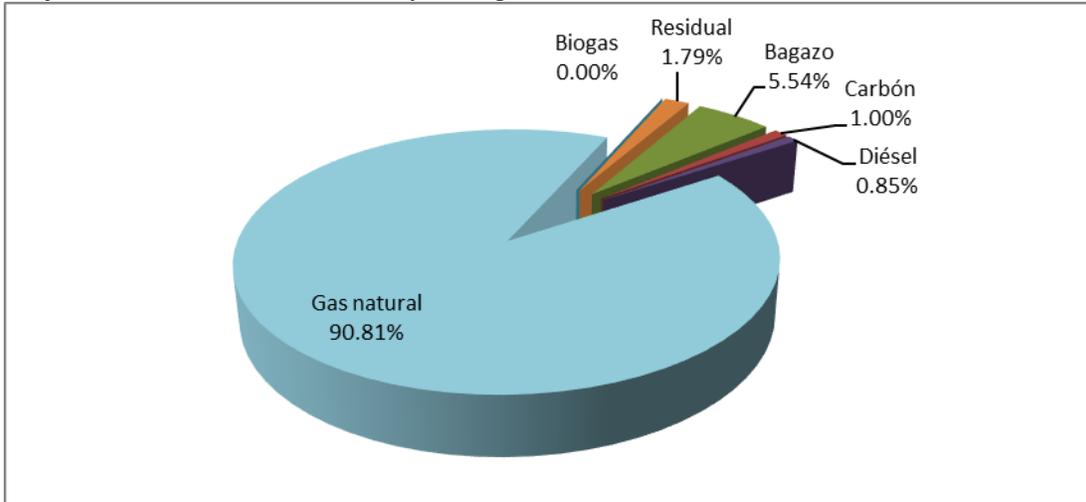
Gráfico 8: Participación de la generación de energía del mercado eléctrico- 2014



Fuente: DGEE - MINEM

Respecto al consumo de combustibles por centrales termoeléctricas, se consumió aproximadamente 160,000 TJ de los cuales la mayoría proviene del uso del gas natural. En menores cantidades se consumió bagazo, petróleo residual, carbón, diésel y biogás.

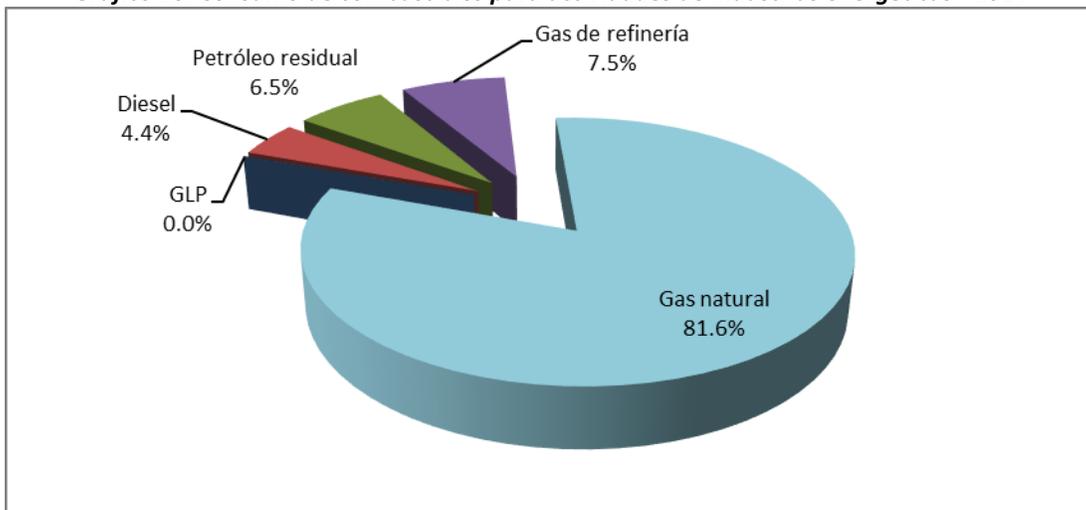
Gráfico 9: Consumo de combustibles para la generación de electricidad en mercado eléctrico - 2014



Fuente: DGEE - MINEM

En adición a la energía requerida para la generación de electricidad hay un consumo necesario para todas las actividades propias de las industrias energéticas (producción, transformación, transporte y distribución de la energía¹¹). En el año 2014 se consumieron aproximadamente 101,000 TJ de los cuáles la mayoría también provino del consumo de gas natural y en cantidades inferiores de combustibles como el gas de refinería, petróleo residual y diésel.

Gráfico 10: Consumo de combustibles para actividades de industrias energéticas - 2014

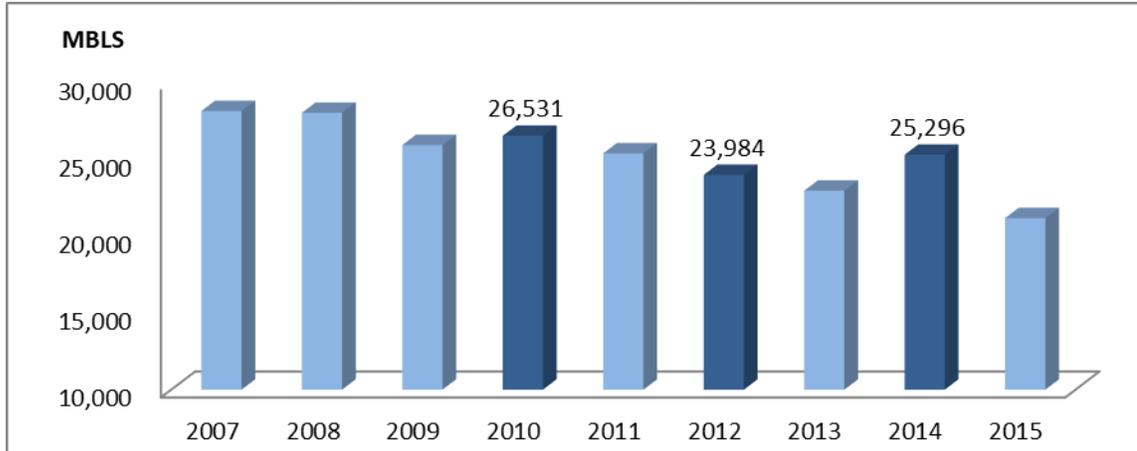


Fuente: DGEE - MINEM

¹¹ Los anteriores inventarios no consideraron las emisiones de GEI generadas por las actividades propias de las industrias energéticas.

La cantidad de petróleo producido influye en las emisiones fugitivas asociadas a su manufactura según el método de cálculo seguido (nivel 1). Esta producción ha tenido un comportamiento irregular en los últimos años.

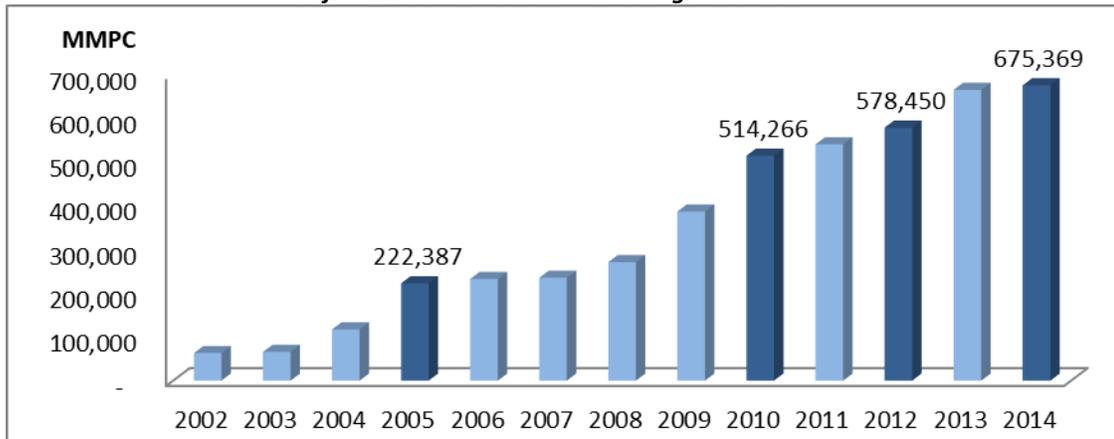
Gráfico 11: Producción histórica de petróleo



Fuente: Perupetro

El gas natural es uno de los combustibles que se viene consumiendo en grandes volúmenes, pero específicamente en pocas regiones a nivel nacional (Lima, Ica, Piura, etc.). Su distribución se encuentra en proceso de expansión. La producción de este combustible viene creciendo tal como se presenta a continuación:

Gráfico 12: Producción histórica de gas natural

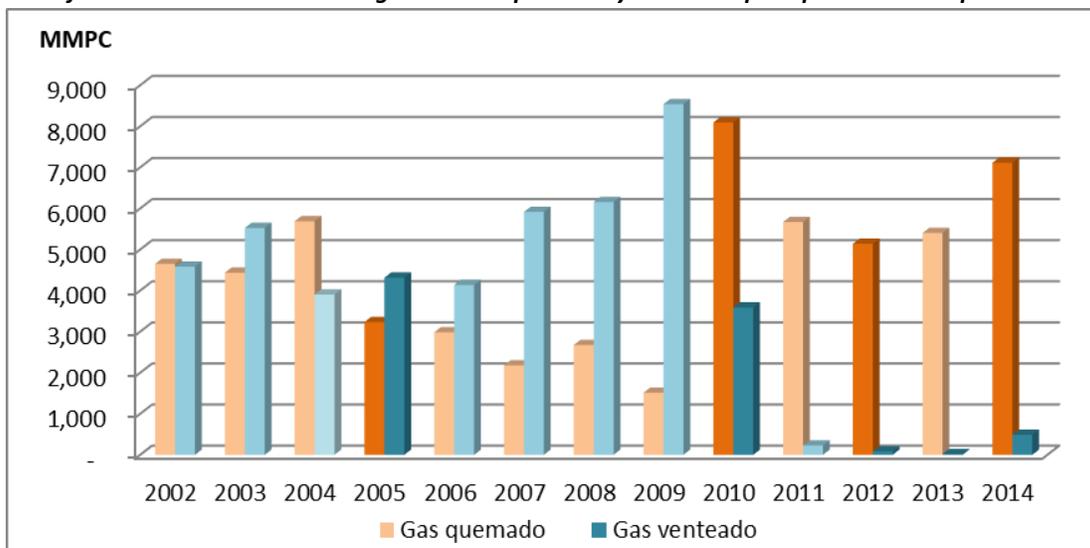


Fuente: DGEE y DGH - MINEM

Durante los procesos de producción del gas natural se realizan actividades que influyen en las emisiones de GEI tales como la quema y el venteo, durante los últimos años estas actividades

han presentado un comportamiento irregular, tal como se puede apreciar en el gráfico a continuación:

Gráfico 13: Datos históricos del gas natural quemado y venteado por operaciones de producción



Fuente: DGEE - MINEM

Si comparamos por ejemplo el año 2010 con 2012 claramente podemos apreciar que durante el 2010 hubo mayores volúmenes de gas quemado y venteado, justo por esta razón el RAGEI del sector resultó ser menor en el año 2012.

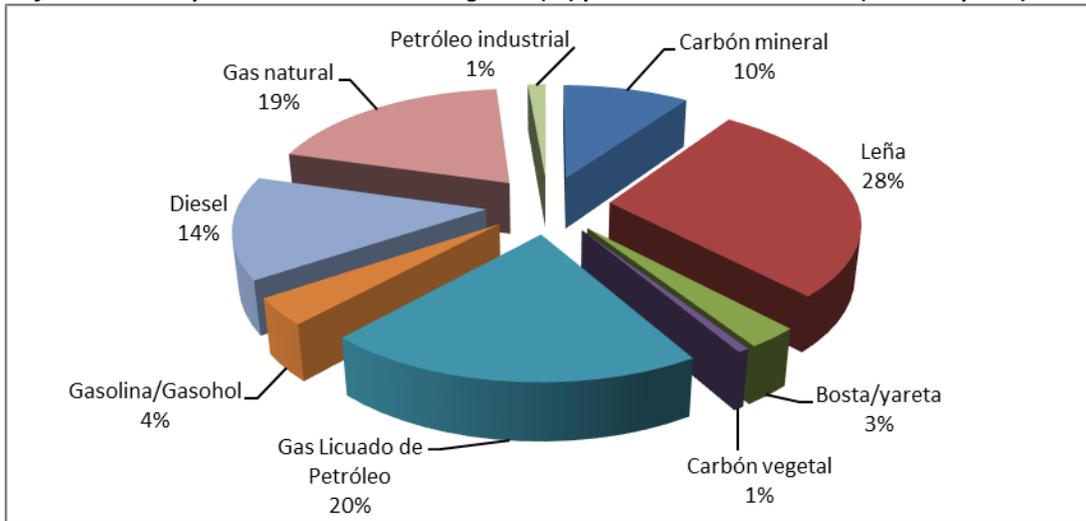
Análisis de la demanda

Excluyendo al sector transporte,¹² la principal demanda de energía en el año 2014 fue para la leña. Se consumió principalmente en el sector residencial por personas de bajos recursos en el ámbito rural.

Otros combustibles importantes debido a la magnitud de su consumo son el gas licuado de petróleo y el gas natural, el primero se consume principalmente en el sector residencial en todos los niveles de segmentación y para la cocción, pero también se aprovecha a nivel industrial. El gas natural se consume principalmente a nivel industrial y su consumo viene incrementándose en el sector residencial conforme su distribución se va expandiendo.

¹² No se incluye porque el presente RAGEI no incluye las emisiones de GEI del sector transporte.

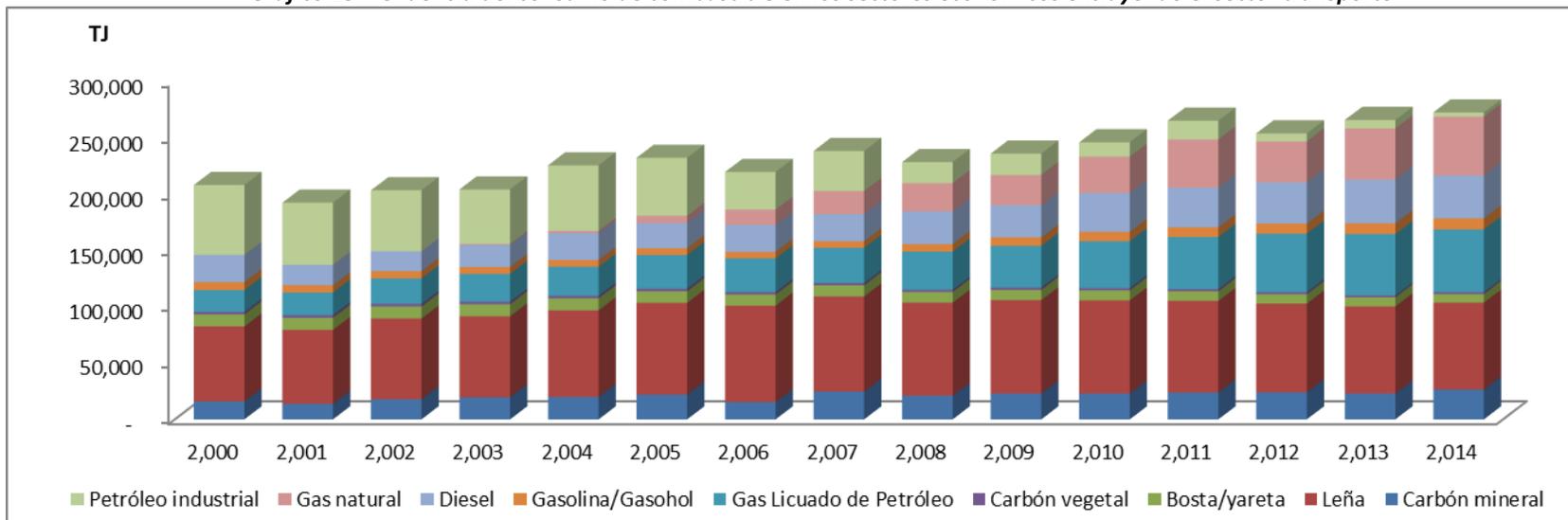
Gráfico 14: Participación del consumo energético (TJ) por sectores económicos (sin transporte) - 2014



Fuente: DGEE - MINEM

En el gráfico 14 se puede apreciar la tendencia sobre los consumos energéticos (TJ) de los distintos tipos de combustible por los sectores económicos excluyendo al sector transporte.

Gráfico 15: Tendencia del consumo de combustible en los sectores económicos excluyendo el sector transporte



Fuente: DGEE - MINEM

De la gráfica se puede observar claramente que la leña es el combustible principalmente consumido. Su consumo se ha mantenido casi constante, aunque este ha venido reduciéndose de forma poco significativa en los últimos años.

Otros combustibles representativos son el gas licuado de petróleo y el gas natural. A ambos vienen incrementando su consumo en los años más recientes, aunque de forma más representativa lo viene haciendo el gas natural. Se espera que este crezca aún más dado que este pronto estará disponible en las zonas sur y norte del país.

El diésel y el carbón son fuentes energéticas importantes para los sectores industrial y minero. Estos consumos también vienen incrementándose, pero de forma pausada.

La gasolina, bosta/yareta y carbón vegetal se consumen a lo largo del tiempo en bajas cantidades mientras que el petróleo industrial ha venido decreciendo considerablemente (siendo en el 2014 el segundo combustible que menos se consumió).

3.3 Análisis de Resultados

En el año 2014 las emisiones de GEI casi todas las fuentes resultaron mayores respecto a los inventarios anteriores, lo cual es lógico dada la creciente demanda energética de los distintos sectores. Sin embargo, hubieron pocas fuentes que fueron la excepción, estas son: generación de energía eléctrica del SEIN (1Ai); Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (1A4c) y por último las emisiones provenientes de las emisiones fugitivas derivadas de la producción del petróleo y el gas natural (1B2). En los dos primeros casos la disminución de las emisiones es respecto al inventario correspondiente al año 2012 y en el tercer caso la disminución es respecto al año 2010.

Tabla 19: Fuentes con emisiones de GEI inferiores a años anteriores

Codificación	Categorías de fuentes y sumideros	2010 [GgCO ₂ eq]	2012 [GgCO ₂ eq]	2014 [GgCO ₂ eq]
1A1ai	Generación de electricidad - SEIN		8,686	8,599
1A4c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías		438	416
1B2	Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	4,513		4,419

Fuente: DGEE - MINEM

En el primer caso (1A1ai), si bien la producción de energía eléctrica fue superior en 2014 respecto al 2012, en el año 2014 hubo mayor consumo de gas natural, pero se redujo considerablemente el consumo de carbón, diésel y petróleo residual lo que finalmente generó menores emisiones de GEI 2014.

Tabla 20: Consumo de combustibles para la generación de electricidad en el SEIN y SA

Combustible	Unidad	2012	2014
Carbón	t	221,461	60,321
Diésel 2	gal	26,121,479	9,663,238
Gas natural	m ³	3,855,676,355	4,118,785,232
Residual R500	gal	7,067,071	1,742,087
Residual R6	gal	14,076,587	17,297,602

Fuente: DGEE - MINEM

En el segundo caso (1A4c) hubo un mayor consumo de gas natural, una leve disminución de GLP y una gran reducción en el consumo de petróleo industrial.

Tabla 21: Consumo energético (TJ) según combustibles en el sector pesquero

Combustible	2012	2014
Gas Licuado de Petróleo	63	62
Gasolina/Gasohol	27	30
Diésel	3,497	3,629
Gas natural	3,780	4,009
Petróleo industrial	2,174	1,142

Fuente: DGEE - MINEM

Por último, en el tercer caso (1B2) hubo menores emisiones debido a que la producción de petróleo fue ligeramente menor pero principalmente por qué hubo menor cantidad de gas natural quemado y venteado.

Tabla 22: Producción de petróleo y gas natural quemado y venteado

Variable	Unidad	2010	2014
Producción de petróleo	MBSL	26,380	25,296
Gas quemado	MMPC	8,091	7,485
Gas venteado	MMPC	3,586	488

Fuente: Perupetro

3.4 Coherencia de la serie temporal

Durante el proceso de elaboración del RAGEI del año 2014 se revisaron las planillas de cálculo desarrollados para los inventarios anteriores, así como su respectivo reporte. En estos se pudieron encontrar algunas omisiones, errores o mejoras con impacto directo en la magnitud de las emisiones y que se han incorporado a toda la serie temporal:

- En todos los inventarios anteriormente desarrollados no se contabilizaron las emisiones de GEI asociadas al consumo de gas de refinería en las propias refinerías.
- Los inventarios anteriores habían asumido equivocadamente que el dato de consumo de combustible que figura en el anuario estadístico de electricidad asociado a las estaciones del Oleoducto Nor-Peruano correspondían al bombeo y no a la generación de electricidad. Finalmente, la empresa Petroperú aseveró que en las estaciones de bombeo si se desarrollan actividades de auto generación de electricidad.
- Anteriormente para la fuente: Otras industrias de la energía (1A1cii) se había considerado únicamente el consumo de combustible para la generación de electricidad, a excepción del consumo de gas natural el cual si incluye su consumo para otros fines como la generación de calor. Esto se ha revertido incluyendo ahora los consumos para otros fines, lo que está disponible en el BNE en los cuadros titulados: Balance de hidrocarburos y combustibles, fila 10: consumo propio del sector energía.
- En los inventarios anteriores sólo se consideró el consumo de combustible para la auto generación de electricidad de las industrias energéticas, dejando de lado otros sectores económicos. Se han incluido los consumos de combustible para la auto generación según cada sector económico.
- El factor de emisión utilizado para el petróleo industrial no era el correcto pues se usaba el de petróleo crudo. Este factor ha sido modificado por el de fuelóleo residual.
- Para el año 2014 se inició el cálculo de un factor de emisión de CO₂ para el gas natural el cual fue obtenido gracias a la información proveída por Cálidda, principal distribuidor de gas natural. Este factor de emisión se ha estimado y utilizado para los años posteriores al inicio de las operaciones de Cálidda.
- Solo para el año 2014 se ha obtenido los niveles de actividad referidos al consumo de combustibles para el transporte por tuberías (1A3ei). En los anteriores inventarios este dato se encuentra dentro de la fuente: otras industrias de la energía (1A1cii) y no se puede disgregar al nivel requerido porque la información oficial no hace esta desagregación. Para

el año 2014 se obtuvo la información de Petroperú quien posee los consumos de combustible por esta fuente (oleoducto).

Todas las mejoras han sido incorporadas en los cálculos de los años 2012, 2010, 2005 y 2000, existiendo data para poder procesarla. No se han aplicado métodos de extrapolación, interpolación u otros en el proceso de actualización de la serie temporal.

Respecto al inventario del año 1994, dado que a la fecha no se han obtenido los datos y métodos de cálculo seguidos, se evaluará si es posible actualizarse, toda vez que se disponga de la información para ello.

Los datos de los inventarios elaborados, en su versión original y actualizada, se presentan a continuación. Cabe recalcar que en esta se presentan los resultados según sub-categorías. Nótese que para el sector transporte, que solo incluye la fuente transporte por tuberías, solo posee datos del año 2014 por el único año en el que se poseyó esta información.

Tabla 23: Serie temporal de emisiones (GgCO₂eq) originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014

Sub-categoría	2000		2005		2010		2012		2014
	O	A	O	A	O	A	O	A	A
Industrias de la energía	2,573	3,927	3,437	5,150	11,273	13,126	11,881	13,350	14,752
Industrias de manufactura y construcción	6,828	7,154	7,639	7,860	7,547	7,755	7,809	7,889	9,039
Transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	28
Otros sectores	4,847	5,034	3,342	3,411	3,360	3,655	3,741	3,755	4,734
EF: Combustibles sólidos	5	5	19	17	38	34	72	64	65
EF: Petróleo y gas natural	4,276	4,475	3,781	3,970	4,001	4,479	3,288	3,623	4,354
Total	18,530	20,595	18,217	20,408	26,219	29,049	26,791	28,680	32,972

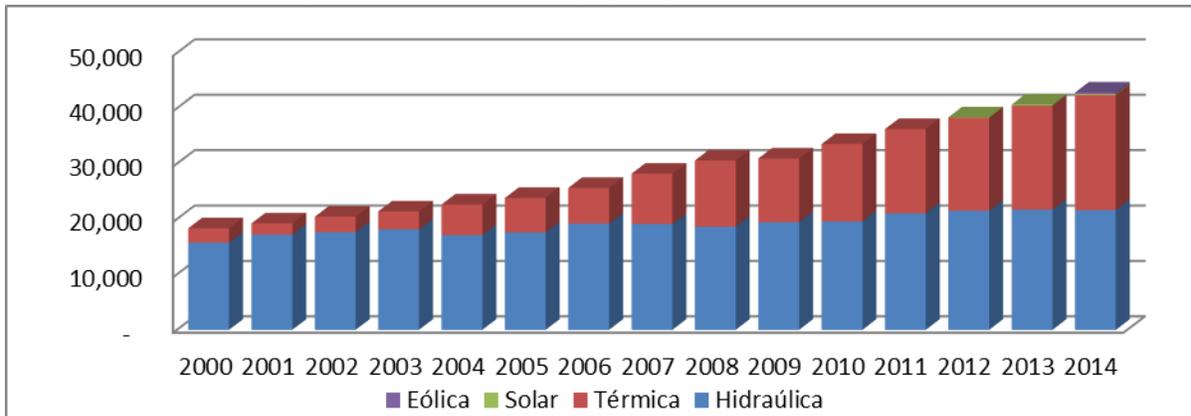
O: original, A: actualizado

Fuente: DGEE - MINEM

3.5 Análisis de cambios en la serie temporal

Analizando los datos de la serie histórica de emisiones de GEI actualizada y según sub-categorías, en el caso de las industrias de la energía el mayor cambio se observa en los años 2000 a 2005 y 2005 a 2010 donde las emisiones de GEI aumentaron en 31%% y 155% respectivamente. Dichos cambios se deben principalmente al consumo de combustible de las industrias generadoras de electricidad, las que presentaron una mayor producción a través de centrales térmicas.

Gráfico 16: Producción de energía (GWh) en el mercado eléctrico



Fuente: DGEE - MINEM

Respecto a las emisiones de GEI por las industrias manufactureras y de la construcción (1A2), si bien estas han presentado un comportamiento regular hasta el 2012 cabe precisar que durante el año 2014 la demanda energética además de ser mayor, contempló una mayor participación de combustibles de altas emisiones. Prueba de esto es que el carbón mineral y el coque aumentaron su consumo de manera representativa. El gas natural fue el que aumentó su consumo en mayor medida y el petróleo industrial descendió en casi un 50%. Por todo ello en el balance las emisiones de GEI por estas fuentes han aumentado.

Tabla 24: Demanda energética por industrias manufactureras y de la construcción según combustibles

Combustible	Industrias manufactureras y de la construcción	
	2012 (TJ)	2014 (TJ)
Carbón mineral	23,940	26,451
Coque	20	2,468
Gas licuado de petróleo	18,933	18,592
Gas Natural	31,569	41,036
Gasolina	798	808
Diésel	29,097	30,196
Petróleo industrial	4,923	2,586

Fuente: DGEE - MINEM

El consumo de combustible por otros sectores (1A4) ha venido incrementándose, pero las emisiones generadas por estos no siguen la misma tendencia y ello se debe a que estos sectores están teniendo consumos mayores de combustibles más limpios como el gas natural, reduciendo otros más emisores como son el carbón mineral o petróleo residual principalmente.

Tabla 25: Demanda energética por otros sectores según combustibles

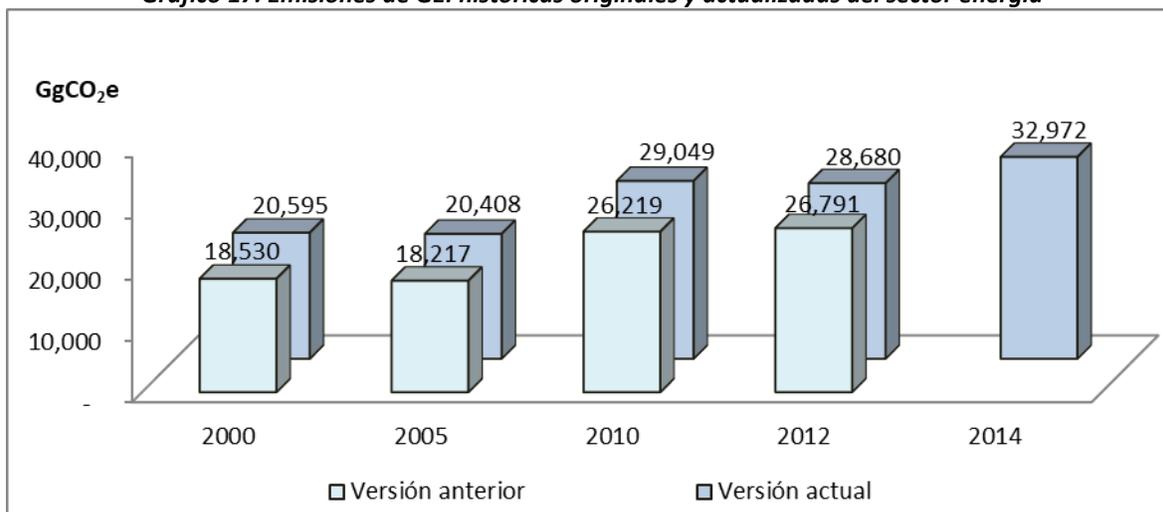
Combustible	Otros sectores	
	2000 (TJ)	2014 (TJ)
Carbón mineral	328.24	68.00
Gas licuado de petróleo	16,537.51	37,076.74
Gas Natural	31.70	11,132.78
Gasolina	6,478.00	9,095.18
Diésel	7,905.15	7,866.76
Petróleo industrial	12,245.57	1,146.22

Fuente: DGEE - MINEM

En adición a lo anteriormente expuesto, de la tabla 23 se puede observar que en casi todos los casos existe un aumento de las emisiones de GEI, sin embargo existe: a) una disminución de las emisiones de GEI por las emisiones fugitivas por la fabricación del petróleo y el gas natural en los años 2014 y 2012 respecto al año 2010, debido a que en los años 2014 y 2012 hubo menor producción de petróleo y menores volúmenes de gas natural venteado y quemado (ver gráficos 10 y 12) y b) una disminución de las emisiones por otros sectores (1A4) en todos los años respecto al 2000, esto porque a 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).

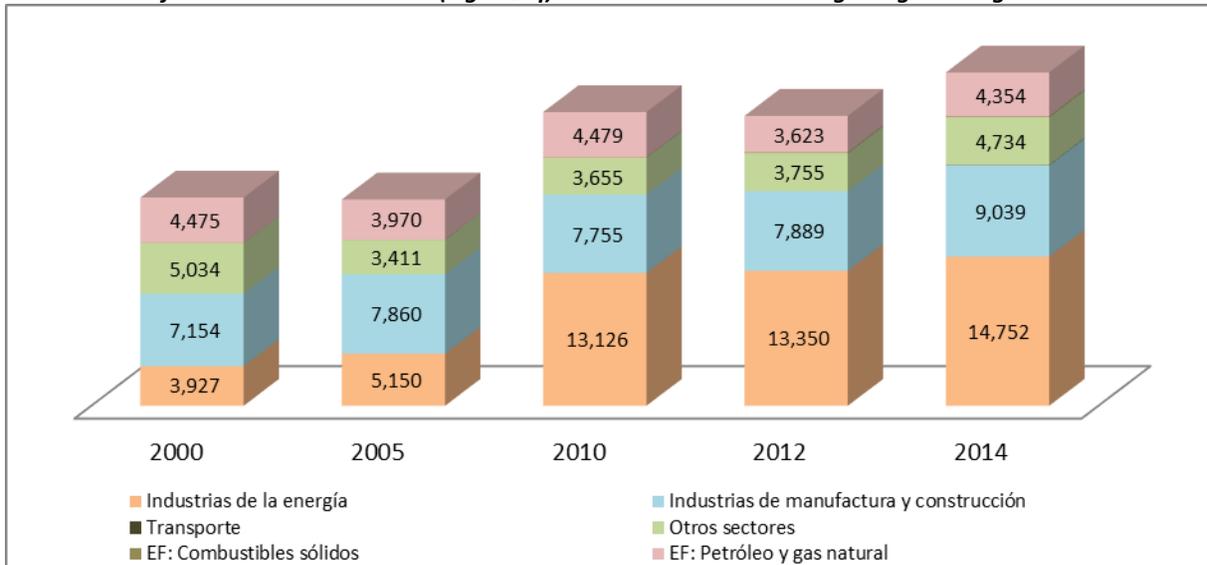
Finalmente, las emisiones de GEI por emisiones fugitivas asociadas a la producción de petróleo y gas natural han presentado un comportamiento irregular y el cual está influenciado principalmente por la producción de petróleo (reducción de su producción en el año 2012 respecto a los años 2010 y 2014) y la cantidad venteada del gas natural (disminuyó del año 2000 al 2012, con un pequeño aumento en el 2014 respecto al 2012 (ver gráficos 10 y 12).

Gráfico 17: Emisiones de GEI históricas originales y actualizadas del sector energía



Fuente: DGEE - MINEM

Gráfico 18: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) históricas del sector energía según categorías



Fuente: DGEE - MINEM

El sector energía generaba inicialmente (años 2000 y 2005) mayores emisiones de GEI debido a las emisiones de las industrias de la manufactura y construcción (minería y otras), dicha categoría ha mantenido un comportamiento casi constante (crecimiento leve). A partir del año 2005 en adelante, con la entrada del gas natural, se empieza a producir electricidad con una mayor participación de centrales térmicas lo que ha generado que la categoría industrias de la energía (1A1), específicamente por la fuente generación de electricidad (ver gráfico 6), sea la que aporte con mayores emisiones de GEI.

4. RESULTADOS POR CATEGORÍA

En esta sección se presenta información y el análisis detallado por categoría y fuente dividiéndose en las siguientes secciones:

- i. Actividades de quema del combustible (1A)
- ii. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B)

4.1. Actividades de quema del combustible (1A)

Esta categoría agrupa a todas las fuentes que generan emisiones de GEI producto de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para calentar y proporcionar calor a un proceso como calor o como trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato. Dentro de esta categoría se encuentran las siguientes fuentes:

- 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 de manufactura y construcción
- 1A3: Transporte
- 1A4: Otros sectores

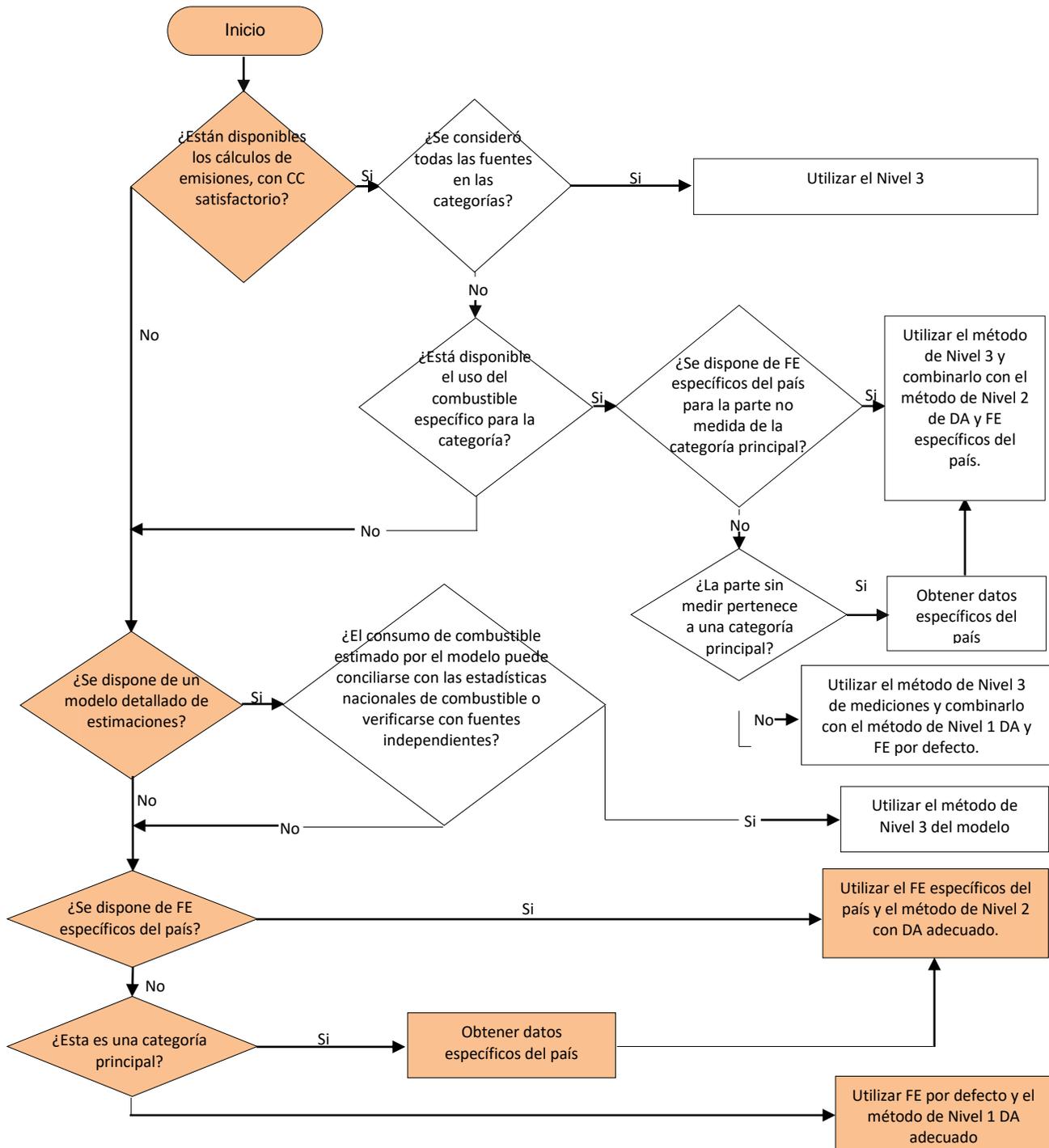
4.1.1 Elección del método para el cálculo de las emisiones de GEI

El método seguido para estimar las emisiones de GEI de todas las fuentes de esta categoría, con excepción de las emisiones generadas por la quema de gas natural, es el nivel 1 de cálculo presentado por la GL2006, es decir el nivel más básico. La elección de dicho nivel se basa en la utilización de los árboles de decisión (ver figuras 2, 3, 4 y 5) que sugiere el IPCC.

La única fuente que presenta un nivel de cálculo superior es la quema del combustible de gas natural. Para este combustible se ha logrado estimar el factor de emisión nacional en base a información detallada proveída por Cálidda (principal distribuidor en el año 2014) y al uso de metodologías de cálculo propuestas en el documento: *“Compendio de metodologías para la cuantificación de gases de efecto invernadero de las industrias del petróleo y gas natural”* del Instituto Americano del Petróleo (API, por sus siglas en inglés). El método de estimación seguido se presenta al finalizar este documento como anexo técnico 3.

A continuación, se presenta el árbol de decisión para todas las fuentes de emisión de GEI en esta categoría. Se ha resaltado de amarillo la secuencia seguida para la determinación del método.

Figura 2: Árbol de decisión para estimar las emisiones por quema de combustibles de fuentes estacionarias



Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración de inventarios nacionales de GEI/Capítulo 2: Combustión estacionaria/Figura 2.

En base al árbol de decisiones se tiene el siguiente análisis realizado en consideración al tipo de información nacional y factores de emisión disponibles:

a) **CO₂**

- Mediciones: A nivel nacional no se conoce sobre mediciones de CO₂ realizadas.
- Modelo de cálculo disponible: No se posee a nivel nacional un método de cálculo establecido.
- Factores de emisión: La mayoría de combustibles no posee un factor de emisión nacional, aquellos que no lo poseen son: carbón, coque, diésel, gas de refinería, gas licuado de petróleo y petróleo industrial. El único combustible que posee un factor de emisión nacional es el gas natural.
- Categoría principal: No es una categoría principal

En el caso de los combustibles que no son gas natural, el árbol de decisiones sugiere el uso del factor de emisión por defecto y el método de nivel 1 AD.

En el caso del gas natural, el árbol de decisiones sugiere el uso de factores de emisión específicos del país y el método de nivel 2 AD.

b) **CH₄ y N₂O**

Mediciones: A nivel nacional no se conoce sobre mediciones de CH₄ y N₂O realizadas.

Modelo de cálculo disponible: No se posee a nivel nacional un método de cálculo establecido para estos gases.

Factores de emisión: Ninguno de los combustibles posee un factor de emisión nacional para estos gases.

Categoría principal: No es una categoría principal

En este caso, y para todos los combustibles, el árbol de decisiones sugiere el uso de FE por defecto y el método de Nivel 1 AD.

La tabla 26 detalla para cada fuente de emisión de GEI las variables que se han requerido para los cálculos realizados, como se dispone la información utilizada y además detalla el nivel de cálculo aplicado según cada combustible.

Tabla 26: Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión/captura del sector energía

Clasificación				Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	TIER/Nivel
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 2014, i) Empresas que generan para el mercado eléctrico, ii) Empresas que generan para su propio uso.	2: gas natural 1: el resto de combustibles
			1A1aii	Generación combinada de calor y energía (CHP)	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo mensual y tipo de combustible por unidad de generación 2014, i) Empresas que generan para el mercado eléctrico, ii) Empresas que generan para su propio uso.	
			1A1aiii	Centrales de calor	NO		
			1A1b	Refinación de petróleo	Cantidad de combustible quemado (TJ)	1) Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2014 unidades originales. 2) Usos del gas distribuido durante el 2014	2: gas natural 1: el resto de combustibles
			1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas			
			1A1ci	Fabricación de combustibles sólidos	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Distribución de la energía primaria destinada a los centros de transformación.	2: gas natural 1: el resto de combustibles
			1A1cii	Otras industrias de la energía	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2014 unidades originales.	
		1A2		Industrias			

Clasificación					Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	TIER/Nivel
					manufactureras y de la construcción			
			1A2a		Hierro y Acero	IE		
			1A2b		Metales no ferrosos	IE		
			1A2c		Productos químicos	IE		
			1A2d		Pulpa, papel e imprenta	IE		
			1A2e		Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE		
			1A2f		Minerales no metálicos	IE		
			1A2g		Equipos de transporte	IE		
			1A2h		Maquinaria	IE		
			1A2i		Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector minero metalúrgico	2: gas natural 1: el resto de combustibles
				Empresas que generan para su propio uso				
			1A2j		Madera y productos de madera	IE		
			1A2k		Construcción	IE		
			1A2l		Textiles y cuero	IE		
			1A2m		Industria no especificada	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector industrial	2: gas natural 1: el resto de combustibles
				Empresas que generan para su propio uso				
			1A3		Transporte			
			1A3ei		Transporte por tuberías	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Fuentes Estacionarias de Combustión	1

Clasificación				Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	TIER/Nivel
		1A4		Otros sectores			
			1A4a	Comercial/Institucional	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector público	2: gas natural 1: el resto de combustibles
			1A4b	Residencial		Consumo de energía en el sector residencial y comercial	
			1A4c	Agricultura/Silvicultura / Pesca / Piscifactorías		Consumo de energía por actividades agrícolas y de pesca	
			1A4ci	Estacionarias		Consumo de energía en el sector agropecuario y agroindustrial	
					Consumo de energía en el sector pesquero		
					Empresas que generan para su propio uso		
			1A4cii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE		
			1A4ciii	Pesca (combustión móvil)	IE		

Fuente: DGEE - MINEM

4.1.2 Ecuaciones utilizadas para la categoría 1A Actividades de quema de combustibles

En esta sección se presentan las ecuaciones seguidas para estimar las emisiones de GEI que se generan por cada una de las fuentes de emisión de GEI consideradas en la categoría: Actividades de quema de combustibles (1A). Para estas ecuaciones, que son establecidas por el IPCC, se requieren de 2 tipos de variables, los niveles de actividad (datos asociados a una actividad específica) y los factores de emisión que convierten los niveles de actividad en emisiones de GEI.

Para las emisiones por la categoría quema de combustibles, que incluyen todas las fuentes de emisión de la categoría 1A (1A1, 1A1b, 1A1c, 1A2, 1A3 y 1A4) se emplearon las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1: Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria

$$\text{Emisiones}_{\text{GEI combustible}} = \text{Consumo}_{\text{combustible}} \bullet \text{Factor de emisión}_{\text{GEI combustible}}$$

Donde:

- Emisiones_{GEI combustible} = emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible
- Consumo_{combustible combustible} = cantidad de combustible quemado (TJ)
- Factor de emisión_{GEI combustible} = incluye el factor de oxidación de carbono, se asume que es 1

Fuente: GL2006. Vol. 2, pág. 2.11

Ecuación 2: Total de emisiones por gas de efecto invernadero

$$\text{Emisiones}_{\text{GEI}} = \sum_{\text{Combustibles}} \text{Emisiones}_{\text{GEI.combustible}}$$

Fuente: GL2006. Vol. 2, pág. 2.12

4.1.3 Descripción de los niveles de actividad

En esta sección se describe cada fuente de emisión de GEI de la categoría quema de combustibles (1A) y se hace un análisis de los datos nacionales que permiten estimar los niveles de actividad de cada fuente. Esta sección se ha subdividido en bloques, agrupando las fuentes según sub-categorías: Industrias de la energía (1A1), Industrias de la manufactura y la construcción (1A2), Transporte (1A3) y Otros sectores (1A4).

1A1 INDUSTRIAS DE ENERGÍA

En esta sub-categoría se incluyen todas las fuentes de emisión de GEI generadas por la quema de combustibles durante las actividades de extracción de combustibles y por las industrias de producción energética.

1A1ai: Generación de electricidad

Para esta fuente se consideran las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles de todas las instituciones que producen energía eléctrica como actividad principal, excluyéndose las centrales que combinan calor y energía para su generación.

Los niveles de actividad requeridos (consumo de combustible) para esta fuente fueron obtenidos del Anuario Estadístico de Electricidad, documento que publica el Ministerio de Energía y Minas de forma anual a través de su Dirección General de Electricidad. En esta publicación se tiene entre otros, el consumo diferenciado de combustibles, tanto para el mercado eléctrico como para el auto consumo de distintos tipos de industrias. Esta publicación contiene datos del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN) y del sistema aislado (SA). Si bien ambas fuentes generan electricidad y se pueden agregar, esta división es la que figura en los anuarios estadísticos de electricidad y se ha considerado mantenerlas para mejorar el uso de la información del RAGEI en la toma de decisiones en el sector energía.

Tabla 27: Niveles de actividad de la fuente: Generación de electricidad

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad de dato nacional	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A1ai	Generación de electricidad	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo mensual y tipo de combustible por unidad de generación 2014, i) Empresas que generan para el mercado eléctrico, ii) Empresas que generan para su propio uso.	Gas Natural (m3), Biogás (m3), Bagazo (Tn), Carbón (Tn), Diesel 2 (Gal.), Residual 6 (Gal.), Residual 500 (Gal.)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Anuario estadístico de electricidad 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225	Con el consumo de combustible de las unidades atingentes a esta fuente se estiman las emisiones de GEI (método top-down). 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	A nivel de procesamiento de información, esta se clasifica en dos: Generación de electricidad para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y Generación de Electricidad de los Sistemas Aislados (SA). Esta clasificación se da dada la importancia de estos dos tipos de sistemas a nivel nacional. En estas categorías no se consideran la autoproducción de empresas fuera del sistema eléctrico (SEIN o SA)

Fuente: DGEE – MINEM

Dado que la información obtenida se presenta en unidades de volumen o masa consumidos según tipo de combustible, estas deben ser convertidas a las unidades de energía requeridas (TJ) con el VCN (valor calórico neto) y de ser requerido, con la densidad de cada combustible. El consumo en unidades de energía (TJ) es multiplicado por el respectivo factor de emisión de GEI.

La cantidad de energía eléctrica obtenida del Anuario estadístico de electricidad fue contrastada con la que se reporta por el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES) obteniéndose valores similares. Se conversó con un especialista de la DGE en MINEM quien explicó que esta información es la que debe ser considerada por ser, además de la información oficial de país, la información de MINEM, esta es más completa dado que la que reporta el COES solo incluye a las unidades que están inscritas a este organismo.

1A1aii: Generación combinada de calor y energía (CHP)

En esta fuente se consideran las emisiones generadas por la producción de calor y energía eléctrica (combinada) de los productores como actividad principal. A nivel nacional solo hay una industria del sector energía que posee este tipo de generación, los niveles de actividad requeridos se encuentran también en el Anuario Estadístico de Electricidad.

Tabla 28: Niveles de actividad de la fuente: Generación combinada de calor y energía

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad de dato nacional	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A1ai	Generación combinada de calor y energía (CHP)	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo mensual y tipo de combustible por unidad de generación 2014, i) Empresas que generan para el mercado eléctrico, ii) Empresas que generan para su propio uso.	Gas Natural (m3), Biogás (m3), Bagazo (Tn), Carbón (Tn), Diesel 2 (Gal.), Residual 6 (Gal.), Residual 500 (Gal.)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Anuario estadístico de electricidad 2014. Recuperado de http://www.mine.gob.pe/estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225	Con el consumo de combustible de las unidades atingentes a esta fuente se estiman las emisiones de GEI (método top-down). 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	A nivel de procesamiento de información, esta se clasifica en dos: Generación de electricidad para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y Generación de Electricidad de los Sistemas Aislados (SA). Esta clasificación se da dada la importancia de estos dos tipos de sistemas a nivel nacional. En estas categorías no se consideran la autoproducción de empresas fuera del sistema eléctrico (SEIN o SA)

Fuente: DGEE - MINEM

Tal como en el caso anterior, la información obtenida (volumen o masa) debe llevarse a las unidades energéticas requeridas (TJ) para luego ser convertidas a emisiones de GEI a través del uso de los factores de emisión respectivos. Para este caso se tuvo que indagar por cuenta propia que industria realiza este tipo de generación. Esta fue ubicada en el anuario estadístico de electricidad mencionado en la fuente anterior y se consideró el consumo de combustible que en esta figura por ser una fuente oficial. Para poder estimar las emisiones de GEI de esta fuente se debe seguir lo señalado en el cuadro superior columna: uso de la información.

1A1b: Refinación del petróleo

Esta fuente incluye las emisiones de GEI que se generan por la quema de combustibles durante las operaciones propias en las refinerías, estas actividades comprenden la generación de calor, electricidad, entre otros.

Los niveles de actividad para esta fuente fueron obtenidos de datos nacionales dispuestos en el Anuario Estadístico de Electricidad - AEE, (autogeneración de electricidad en refinerías) y el Balance Nacional de Energía (generación de calor para uso propio). Esta última información se encuentra en cuadros específicos. Solo el gas de refinería se puede asegurar que es consumido en refinerías. El resto de combustibles se asume que son consumidos en su totalidad en la fuente: otras industrias energéticas.

Tabla 29: Niveles de actividad de la fuente: Refinación de petróleo

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad de dato nacional	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A1b	Refinación de petróleo	Cantidad de combustible quemado (TJ)	1) Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2014 unidades originales. 2) Usos del gas distribuido durante el 2014	1) Gas Lic, Gasolina de Motor, Diesel Oil, No energéticos petróleo y gas, gas de refinería (10 ³ Bbl) y Gas distribuido (10 ⁶ PC) 2) 10 ⁶ m ³	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	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) y/o densidad de cada combustible.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	El anuario estadístico de Electricidad reporta el consumo de combustible requerido por las refinerías para la generación de energía eléctrica. El consumo de combustibles para la generación de calor solo se dispone para el gas natural, del resto de combustibles se dispone, pero de forma agregada al sector: consumo propio sector energía (del Balance Nacional de Energía) que incluye refinerías y otras industrias energéticas. Mientras no haya información desagregada esta última se considerará en la fuente 1A1 <i>ci</i> .

Fuente: DGEE – MINEM

El uso de la información respecto a los datos del AEE y el BNE es tal cual como se ha descrito en los 2 casos anteriores. La información del BNE posee distintas unidades a las del AEE, sin embargo, son llevadas a las unidades energéticas requeridas (TJ) a través del uso de los respectivos factores de conversión requeridos.

1A1ci: Fabricación de combustibles sólidos

Categoría que incluye las emisiones derivadas de la quema de combustibles usados durante la producción de coques de carbón, briquetas de carbón de lignito y el combustible de composición. Incluye las emisiones del uso de combustibles en el sitio propio, asimismo, la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. La información requerida se obtuvo del Balance Nacional de Energía.

Tabla 30: Niveles de actividad de la fuente: Fabricación de combustibles sólidos

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad de dato nacional	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A1ci	Fabricación de combustibles sólidos	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Distribución de la energía primaria destinada a los centros de transformación	TJ	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo energético, dadas las unidades originales, se estiman directamente las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Solo se dispone del consumo de leña para la fabricación de carbón vegetal

Fuente: DGEE – MINEM

En este caso la información disponible se encuentra en las unidades requeridas por el IPCC por lo tanto estas son multiplicadas directamente por los respectivos factores de emisión.

1A1cii: Otras industrias energéticas

En esta fuente se consideran todas aquellas industrias energéticas no consideradas anteriormente. En esta se incluyen las industrias que producen carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de planta de algodón y carbonización de biocombustibles, como así también la minería de carbón, extracción de petróleo y gas y el procesamiento y refinación del gas natural. Esta información se obtiene del Balance Nacional de Energía, específicamente en el cuadro 28 en el caso del gas natural y el cuadro 45 para el resto de combustibles.

Tabla 31: Niveles de actividad de la fuente: Otras industrias energéticas

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A1cii	Otras industrias de la energía	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Balance de hidrocarburos y Biocombustibles: 2014 unidades originales.	Gas Lic, Gasolina de Motor, Diésel Oil, No energéticos petróleo y gas, gas de refinación (10 ³ Bbl) y Gas distribuido (10 ⁶ PC)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/arcivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	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	El anuario estadístico de Electricidad reporta el consumo de combustible requerido por las industrias energéticas distintas a las refinerías para la generación de energía eléctrica. El consumo de combustibles para la generación de calor ha considerado todo lo reportado en el Balance Nacional de Energía como otras industrias energéticas. Si bien esta información no es correcta, esto se realizará hasta que se posea información con mayor detalle.

Fuente: DGEE – MINEM

Para este caso la información obtenida se encuentra en unidades de volumen o masa por lo que deben ser llevadas a las unidades energéticas requeridas a través del uso de factores de emisión respectivos.

Para esta fuente se ha considerado todo el combustible consumido por el “sector energía” según como figura en el BNE. En esta fuente debe haber consumo de combustibles por refinerías pero dado que no hay esa segregación es que todo se ha considerado en esta fuente.

1A2 INDUSTRIAS DE LA MANUFACTURA Y LA CONSTRUCCIÓN

En esta sub-categoría se incluyen todas las fuentes de emisión de GEI del sector industrial (a excepción de las industrias energéticas ya tratadas anteriormente) derivadas de la quema de combustible para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.

1A2i: Minería (con excepción de combustibles) y cantería

Aquí se incluyen las emisiones de GEI generadas por la combustión en actividades de extracción de minerales metálicos, otras minas y canteras. Para esta fuente se obtuvo información de dos fuentes: a) BNE, en esta fuente se cita a la fuente como sector minería y lo describe como: “sector que abarca el consumo de energía de las actividades de minería extractiva y la industria minera”, en esta el consumo se encuentra en TJ y b) AEE, en esta fuente se encuentra el consumo energético (en unidades de volumen o masa) según diversos tipos de industria, en ese sentido se realizó el trabajo de identificar a todas las industrias que pertenecen al sector minero.

Tabla 32: Niveles de actividad de la fuente: Minería

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A2i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector minero metalúrgico	Unidades de energía: Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Se considera que "Minería y cantería", con los códigos CIU 13 y 14 (Extracción de minerales metálicos y Explotación de otras minas y canteras), es la misma actividad reportada por el sector minero peruano del Perú.
			Empresas que generan para su propio uso	diésel (gal), gas natural (m3)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Anuario Estadístico de Electricidad 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225			Aquí se considera el combustible consumido, según tipo, para la auto generación de electricidad.

Fuente: DGEE – MINEM

En este caso la información se obtiene de dos fuentes de información, en el caso de la procedente del BNE, dado que esta se encuentra en las unidades energéticas requeridas (TJ), el cálculo de las emisiones es directo al multiplicarse por los respectivos factores de emisión. En el caso de la información que se encuentra en el AEE, se debe llevar la data original (volumen o masa), a unidades energéticas a través del uso de los factores de conversión respectivos.

1A2m: Industria no especificada

En esta fuente se incluyen las emisiones generadas por todo tipo de industria no incluida según la clasificación¹³ del IPCC. Sin embargo, dado que a nivel nacional no existe información al nivel requerido, en esta fuente se ha incluido la información del sector industrial obtenida del Balance Nacional de Energía. Este sector es descrito en el balance como: “sector que comprende todas las actividades de la industria manufacturera, excepto aquellas relacionadas con la elaboración de productos de pescado y la fabricación de azúcar; también incluye la construcción de viviendas, edificios y obras civiles en general”.

Para esta fuente además se obtuvo información del AEE, en esta fuente se encuentra el consumo energético (en unidades de volumen o masa) según diversos tipos de industria, en ese sentido se realizó el trabajo de identificar a todas las industrias que no sean mineras ni aquellas consideradas en la fuente: otros sectores (agricultura y pesca).

Tabla 33: Niveles de actividad de la fuente: Industria no especificada

8.5	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A2m	Industria no especificada	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector industrial.	Terajulio (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Para el BNE es el sector de consumo más importante, comprende todas las actividades de la industria manufacturera, excepto aquellas relacionadas con la elaboración de productos de pescado y la fabricación de azúcar; también incluye la construcción de viviendas, edificios y obras civiles en general. Dado que no se especifica mayor detalle, todo se estima en esta categoría general.
			Empresas que generan para su propio uso		Ministerio de Energía y Minas (2014). Anuario Estadístico de Electricidad 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225			Aquí se considera el combustible consumido, según tipo, para la auto generación de electricidad.

Fuente: DGEE – MINEM

¹³ El IPCC separa a las industrias según el Estándar de la Clasificación Industrial Internacional (ISIC, del inglés, International Standard Industrial Classification)

1A3: TRANSPORTE

Para esta categoría se consideran las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles de fuentes móviles, pero además de otros tipos de transporte como lo es el transporte del combustible por tuberías. Dada la indicación del MINAM, el MINEM debe considerar estas últimas debido a que como institución posee dicha información.

1A3ei Transporte por tuberías

En esta fuente se incluyen las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles durante la operación de estaciones de bombeo y mantenimiento de tuberías (transporte de gases, líquidos, desechos cloacales y otros productos básicos). A nivel nacional se ha dispuesto por primera vez información de esta fuente, la misma que fue proveída por Petroperu y que refiere al transporte de petróleo por el oleoducto Norperuano. Las emisiones de GEI generadas por ductos de gas natural y líquidos de gas natural no han sido cuantificadas en esta fuente por carecer de esta información, sin embargo, la misma se encuentra incluida en la fuente: otras industrias energéticas.

Tabla 34: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría transporte

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A3ei	Transporte por tuberías	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Fuentes Estacionarias de Combustión	GN: m ³ /pie ³ , gas ácido: pie ³ , gas de regenerador: pie ³ , petróleo industrial: galón, diésel: galón.	Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A., REPORTE DE GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO - PERIODO 2014 Recuperado de: http://www.petroperu.com.pe/portalweb/archivos/Reporte-de-Gesti%C3%B3n-de-Cambio-Climatico-2014.pdf	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	La información proviene del único oleoducto operativo en el país.

Fuente: DGEE - MINEM

Los datos proveídos son en unidades de volumen por lo que son llevados a unidades energéticas (TJ) y finalmente a emisiones de GEI a través de su respectivo factor de emisión.

1A4: OTROS SECTORES

En esta subcategoría se incluyen las emisiones de GEI generadas por diversos sectores que se describirán a continuación. En estas se consideran las emisiones por quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.

1A4a Comercial/Institucional

En esta se incluyen, según las directrices del IPCC, las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales. Dado que a nivel nacional no se posee esta diferenciación se ha optado por considerar en esta fuente al sector público, sector del que se posee información de consumo energético (TJ) en el Balance Nacional de Energía. Dicho Balance conceptualiza esta fuente como: *“El consumo de energía del sector público comprende al consumo de las fuerzas armadas, administración pública y servicios de agua y desagüe, en ellos se incluyen las municipalidades, ministerios, actividades de defensa y de mantenimiento del orden público y de seguridad, entre las más importantes”*.

Tabla 35: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría comercial/institucional

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A4a	Comercial/Institucional	Cantidad de combustible e quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector público	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	En esta sección solo se considera información nacional del sector público. La información del sector Comercial se introduce en la categoría 1A4b dada la imposibilidad de desglosarlo de la información del sector residencial presentada en el BNE. La información del nivel de actividad en Perú (BNE)- se considera esta categoría como: "Público" (Institucional). En estos sectores se deben añadir, de ser el caso, las emisiones de GEI que se generan por el consumo de combustibles para la generación de electricidad. Dicha información se obtiene del Anuario Estadístico de Electricidad previa identificación del sector apropiado.

Fuente: DGEE - MINEM

En este caso la información se obtiene en las unidades energéticas requeridas (TJ) por lo tanto el cálculo de las emisiones es directo, al multiplicarse por los respectivos factores de emisión.

1A4b Residencial

En esta fuente se consideran todas las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles en hogares. Esta información es obtenida del Balance Nacional de Energía del sector: Residencial/Comercial. Dicho Balance conceptualiza esta fuente como: “sector que comprende a los usos que se dan debido a las actividades domésticas desarrolladas en los hogares urbanos y rurales y además todas las actividades comerciales (hospitales, colegios, restaurantes, hoteles, lavanderías y empresas financieras entre los establecimientos más importantes) en el ámbito nacional”.

Dado que las estadísticas nacionales presentan los consumos energéticos de estos dos sectores de manera conjunta es que se han considerado las emisiones por la quema de combustibles en el sector residencial y comercial para el cálculo de emisiones.

Tabla 36: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría residencial

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1A4b	Residencial	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector residencial y comercial	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-

Fuente: DGEE – MINEM

En este caso la información se obtiene en las unidades energéticas requeridas (TJ) por lo tanto el cálculo de las emisiones es directo, al multiplicarse por los respectivos factores de emisión.

1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías

Se debería incluir en esta fuente, según lo estipulado por el IPCC, las emisiones por la quema de combustibles utilizados en agricultura, silvicultura, pesca e industrias pesqueras, tales como piscifactorías. En el caso del presente RAGEI se han considerado dos fuentes de información: a) El consumo de energía (distintos a la generación de electricidad) de los sectores pesca y agropecuario/agroindustrial que figuran

en el Balance Nacional de Energía los cuales poseen las siguientes definiciones. Sector Pesca: “*agrupa el consumo de energía de las actividades de pesca extractiva y la industria pesquera*” y Sector Agropecuario/Agroindustrial: “*comprende el consumo de combustibles de las actividades agropecuarias y agroindustriales*” y b) El consumo de energía para la generación de electricidad existente en el AEE.

Tabla 37: Descripción de los niveles de actividad para la categoría agricultura/silvicultura/pesca/piscifactoría

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1 ^a 4c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	Cantidad de combustible quemado (TJ)	Consumo de energía en el sector agropecuario y agroindustrial	Terajulios (TJ)	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	Con el consumo de energía, por tipo de combustible, se estiman las emisiones de GEI.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	En las estadísticas nacionales figura como “Agropecuario y agroindustrial” y como “pesquero” para todo el consumo de energía de las actividades de pesca extractiva y la industria pesquera. No se cuenta con información de consumos energéticos en silvicultura y piscicultura, por tanto, no se incluyen en el RAGEI.
			Consumo de energía en el sector pesquero					
			Empresas que generan para su propio uso		Ministerio de Energía y Minas (2014). Anuario Estadístico de Electricidad 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=9225			Aquí se considera el combustible consumido, según tipo, para la auto generación de electricidad.

Fuente: DGEE – MINEM

En el caso de la información procedente del BNE, dado que esta se encuentra en las unidades energéticas requeridas (TJ), el cálculo de las emisiones es directo al multiplicarse por los respectivos factores de emisión. En el caso de la información que se encuentra en el AEE, se debe llevar la data original (volumen o masa), a unidades energéticas a través del uso de los factores de conversión respectivos.

4.1.4 Descripción de los factores de emisión

Los factores de emisión aquí presentados son obtenidos casi todos de las GL2006 con excepción del factor de emisión para estimar las emisiones de CO₂ por la quema del gas natural. La metodología seguida para obtener este factor de emisión nacional se describe en el anexo 3.

1A1 INDUSTRIAS DE ENERGÍA

Para todas las fuentes incluidas dentro de las industrias de la energía (1A1) se han utilizado los siguientes factores de emisión.

Tabla 38: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias energéticas

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		56,206.69 ¹⁴	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
	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: GL2006, Volumen 2: Energía (pág. 2.16 – 2.17)

1A2 INDUSTRIAS DE LA MANUFACTURA Y LA CONSTRUCCIÓN

Para todas las fuentes incluidas dentro de industrias manufactureras y de la construcción (1A2) se han utilizado los siguientes factores de emisión.

¹⁴ 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

Tabla 39: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción

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	10.00	1.50
Carbón de coque		94,600.00	10.00	1.50
Gas natural		56,206.69	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
	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: GL2006, Volumen 2: Energía (pág. 2.18 – 2.19)

Para esta fuente se usaron los mismos factores de emisión de las industrias de la energía.

1ª4: OTROS SECTORES

Los factores de emisión utilizados para esta fuente fueron los siguientes.

1ª4a Comercial/Institucional

Los factores de emisión utilizados para esta fuente fueron los siguientes.

Tabla 40: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en la fuente comercial/institucional

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	10.00	0.60
Gas Natural Licuado	64,200.00	10.00	0.60
Gasolina para motores	69,300.00	10.00	0.60
Gas/Diésel Oil	74,100.00	10.00	0.60
Fuelóleo residual	77,400.00	10.00	0.60
Gases licuados de petróleo	63,100.00	5.00	0.10
Antracita	98,300.00	10.00	1.50
Carbón de coque	94,600.00	10.00	1.50
Gas natural	56,206.69	5.00	0.10

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)
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800.00	10.00	0.60
	Biodiésel	70,800.00	10.00	0.60
	Otros biocombustibles líquidos	79,600.00	10.00	0.60
Biomasa sólida	Otra biomasa sólida primaria	100,000.00	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	10.00	0.60

Fuente: GL2006, Volumen 2: Energía (pág. 2.20 – 2.21)

1A4b Residencial

Los factores de emisión utilizados para esta fuente fueron los siguientes.

Tabla 41: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en el sector residencial

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	10.00	0.60
Gas Natural Licuado		64,200.00	10.00	0.60
Gasolina para motores		69,300.00	10.00	0.60
Gas/Diesel Oil		74,100.00	10.00	0.60
Fuelóleo residual		77,400.00	10.00	0.60
Gases licuados de petróleo		63,100.00	5.00	0.10
Antracita		98,300.00	300.00	1.50
Carbón de coque		94,600.00	300.00	1.50
Gas natural		56,206.69	5.00	0.10
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800.00	10.00	0.60
	Biodiésel	70,800.00	10.00	0.60
	Otros biocombustibles líquidos	79,600.00	10.00	0.60
Biomasa sólida	Otra biomasa sólida primaria	100,000.00	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	10.00	0.60

Fuente: GL2006, Volumen 2: Energía (pág. 2.22 – 2.23)

1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías

Los factores de emisión utilizados para esta fuente fueron los siguientes.

Tabla 42: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en los sectores agricultura/silvicultura/pesca/piscifactorías

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	10.00	0.60
Gas Natural Licuado		64,200.00	10.00	0.60
Gasolina para motores		69,300.00	10.00	0.60
Gas/Diésel Oil		74,100.00	10.00	0.60
Fuelóleo residual		77,400.00	10.00	0.60
Gases licuados de petróleo		63,100.00	5.00	0.10
Antracita		98,300.00	300.00	1.50
Carbón de coque		94,600.00	300.00	1.50
Gas natural		56,206.69	5.00	0.10
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800.00	10.00	0.60
	Biodiésel	70,800.00	10.00	0.60
	Otros biocombustibles líquidos	79,600.00	10.00	0.60
Biomasa sólida	Otra biomasa sólida primaria	100,000.00	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	10.00	0.60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – Volumen 2: Energía, pág. 2.22 – 2.23

Para utilizar los factores de emisión señalados anteriormente y según cada fuente de emisión de GEI se ha tenido que usar distintos factores de conversión de manera que se llevan las unidades originales a las requeridas según cada factor de emisión. Los factores de conversión que se han requerido son los siguientes:

Tabla 43: Valor calórico neto de los combustibles producidos en Perú

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Petróleo Industrial 500	1.51E-04	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Petróleo Industrial 6	1.50E-04	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Petróleo Industrial	1.51E-04	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Gasolina	1.18E-04	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Diésel	1.35E-04	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Gas Licuado de Petróleo	2.64E-02	TJ/m ³	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Gas Natural	3.60E-05	TJ/m ³	Cálculo a partir de datos de Cálidda
Bagazo	1.16E-02	TJ/t	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Carbón vegetal	2.95E-02	TJ/t	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Kerosene	3.55E-02	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Carbón mineral	2.67E-02	TJ/t	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Gas de refinería	6.49E-05	TJ/m ³	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Etanol	9.05E-05	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Biocombustible	9.05E-05	TJ/gal	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006
Biogás (vertedero)	6.12E-05	TJ/m ³	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006

Fuente: DGEE – MINEM

Tabla 44: Densidades de los combustibles producidos en Perú

Combustible	Densidad	Unidad	Fuente
Petróleo Industrial 6	3.71E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Petróleo Industrial 500	3.75E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Petróleo Industrial	3.73E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Gasolina	2.73E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Diésel	3.14E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Gas Licuado de Petróleo	5.58E-04	Gg/m ³	Cálculo a partir de datos de REPSOL y PETROPERU
Gas de refinería	1.31E-06	Gg/m ³	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Gas Natural	7.88E-07	Gg/m ³	Cálculo a partir de datos de Cálidda
Kerosene	8.10E-04	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de REPSOL
Etanol	3.35E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de NTP 321.125
Biodiesel	3.35E-06	Gg/gal	Cálculo a partir de datos de NTP 321.125
Biogás (vertedero)	1.22E-06	Gg/m ³	Cálculo a partir de datos de datos de GL2006

Fuente: DGEE – MINEM

4.2. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B)

En esta categoría se Incluyen todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final. Dentro de esta categoría se encuentran las siguientes fuentes:

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

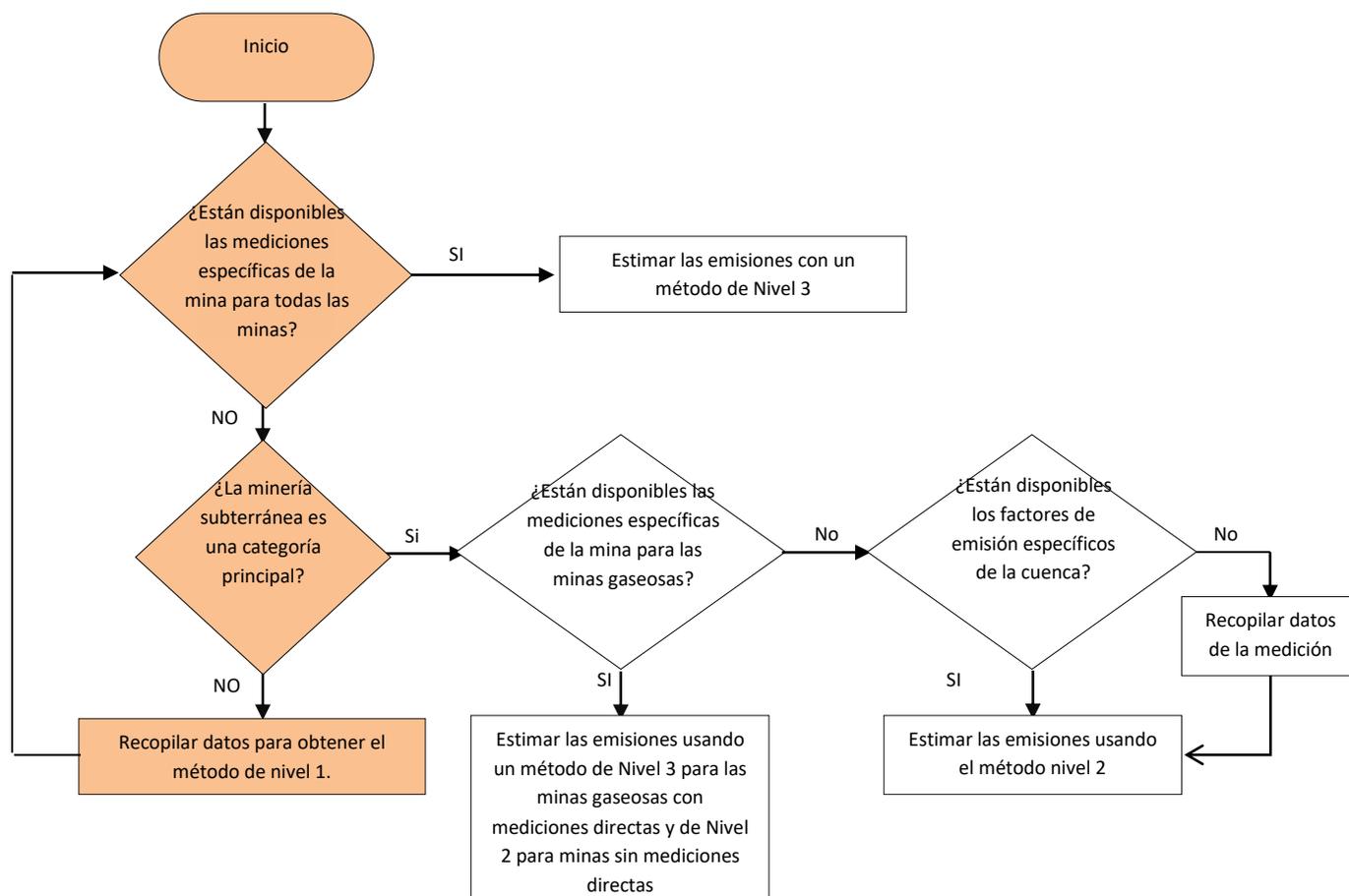
4.2.1 Metodología para el cálculo de las emisiones de GEI

La metodología seguida para estimar las emisiones de GEI en esta categoría varía según cada fuente de emisión de GEI. Tal como en el caso de la categoría anterior se utilizaron los árboles de decisión del IPCC.

1B1: Emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos

A continuación, se presenta el árbol de decisiones para la extracción de minas de carbón subterráneo, considerando que para el presente RAGEI se asume un 100% de producción de carbón a través de este tipo de minas.

Figura 2: Árbol de decisión para las minas de carbón subterráneo



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Emisiones fugitivas (pág. 4.11)

En el Perú no se dispone de información sobre mediciones específicas en minerías subterráneas de carbón y además tampoco son consideradas como una categoría principal por ende es que se usa el nivel 1 de medición. Dado que para esta fuente solo se generan emisiones de metano se presenta solo el análisis para este gas.

En base al árbol de decisiones se tiene el siguiente análisis realizado en consideración al tipo de información nacional y factores de emisión disponibles:

a) **CH₄**

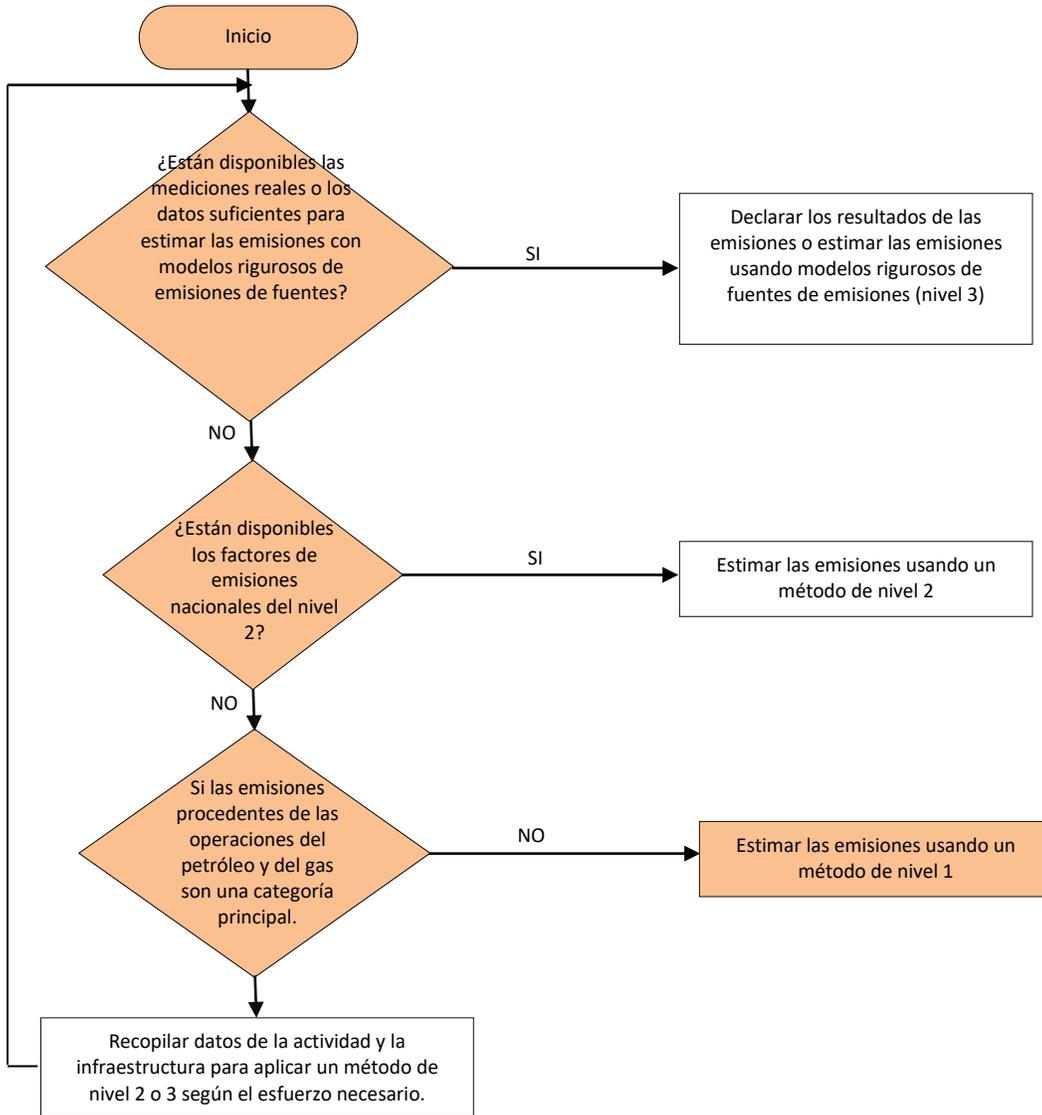
- Mediciones: A nivel nacional no se conoce sobre mediciones de CH₄ realizadas.
- Modelo de cálculo disponible: No se posee a nivel nacional un método de cálculo establecido.
- Factores de emisión: Se ha utilizado el factor de emisión por defecto
- Categoría principal: No es una categoría principal

En este caso, el árbol de decisiones sugiere que el método de cálculo sea usando el nivel 1

1B2: Emisiones fugitivas por producción de petróleo y gas natural

A continuación, se presentan los árboles de decisiones para los sistemas de gas natural y para la producción de petróleo crudo.

Figura 3: Árbol de decisión para los sistemas de gas natural



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Combustión estacionaria (pág. 4.38)

En base al árbol de decisión se presenta el siguiente análisis realizado en consideración al tipo de información nacional y factores de emisión disponibles para las subcategorías de gas natural donde se han estimado emisiones en el presente RAGEI:

- a) Para todos los GEI considerados (CO_2 , CH_4 y N_2O) y las fuentes: Venteo (1B2bii), Quema de antorcha (1B2bii), Procesamiento (1B2biii3), Transmisión y almacenamiento (1B2biii4) y Distribución (1B2biii5).

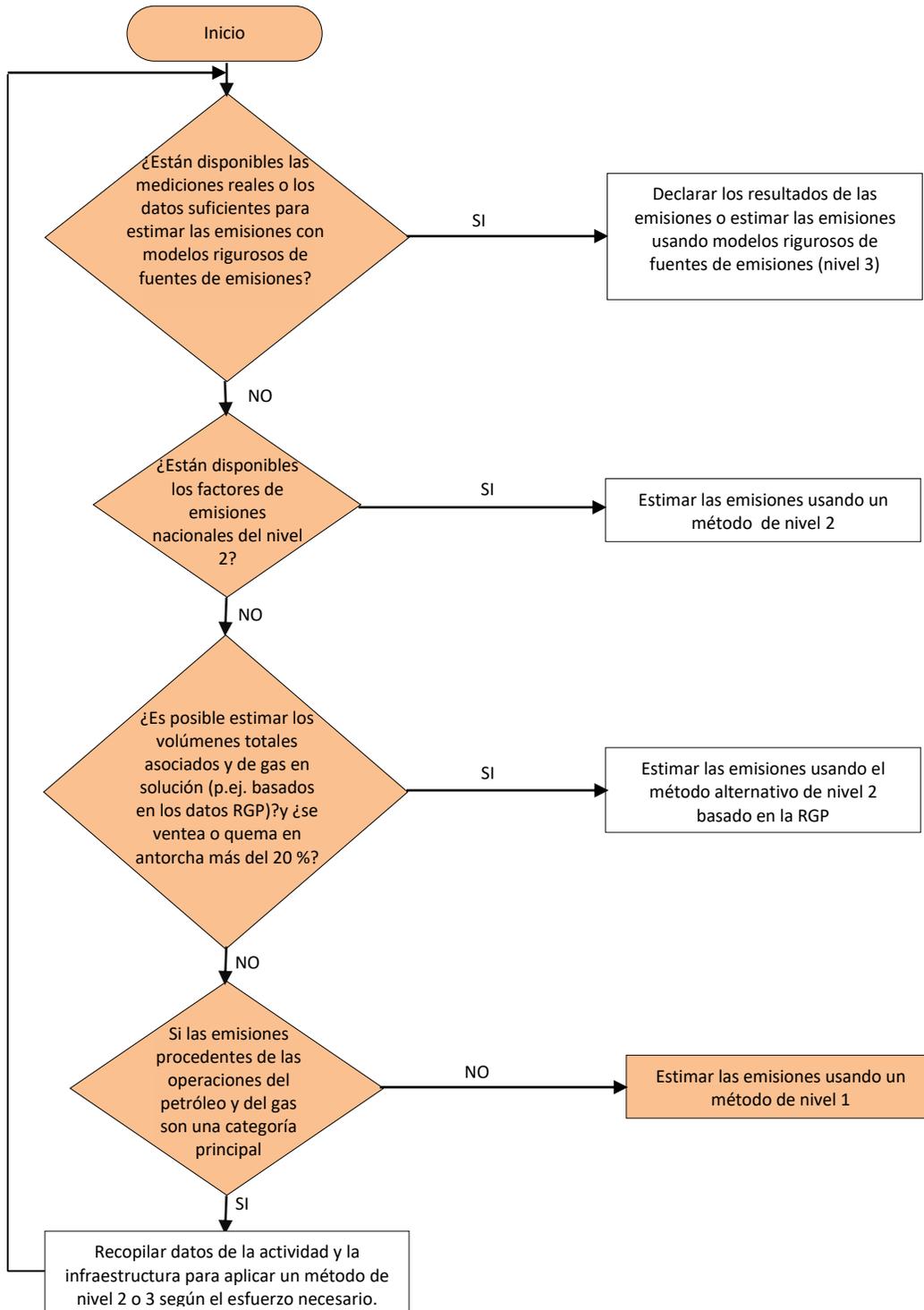
Mediciones: Existe disponibilidad de datos, pero se desconoce la existencia de los tipos de mediciones realizadas para llegar a estos resultados.

Factores de emisiones nacionales: No se encuentran disponibles factores de emisión nacionales.

Categoría principal: las emisiones procedentes de las operaciones del petróleo y del gas no son una categoría principal

Para todos estos casos, el árbol de decisiones sugiere que se siga el nivel 1 de cálculo.

Figura 4: Árbol de decisión para la producción de petróleo crudo



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Combustión estacionaria (pág. 4.39)

En base al árbol de decisión se presenta el siguiente análisis realizado en consideración al tipo de información nacional y factores de emisión disponibles para las subcategorías de petróleo donde se han estimado emisiones en el presente RAGEI:

- a) Para todos los GEI considerados (CO_2 , CH_4 y N_2O) y las fuentes Venteo (1B2ai), Quema de antorcha (1B2aii), Producción y refinación (1B2aiii2).

Mediciones: Existe disponibilidad de datos, pero se desconoce la existencia de los tipos de mediciones realizadas para llegar a estos resultados.

Factores de emisiones nacionales: No se encuentran disponibles factores de emisión nacionales.

Categoría principal: las emisiones procedentes de las operaciones del petróleo y del gas no son una categoría principal

Para todos estos casos, el árbol de decisiones sugiere que se siga el nivel 1 de cálculo.

La tabla 45 detalla para cada fuente de emisión de GEI las variables o niveles de actividad que se han requerido para los cálculos realizados, como se dispone la información utilizada y además detalla el nivel de cálculo aplicado según cada combustible.

Tabla 45: Nivel metodológico aplicado por fuente de emisión de la sub-categoría emisiones fugitivas de la fabricación de combustibles

Clasificación				Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	TIER/Nivel
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	Balace de Carbón Mineral: 2014, unidades originales.	1
			1B1ai2	Emisiones de gas por grietas después de la extracción	Producción de carbón subterráneo	Balace de Carbón Mineral: 2014, unidades originales.	1
			1B1ai.3	Minas subterráneas abandonadas	NE		
			1B1ai.4	Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO ₂	NE		
			1B1aii	Minas terrestres	IE		
			1B1a.ii1	Minería			
			1B1a.ii.2	Emisiones de gas por grietas después de la extracción			
		1B1b		Combustión no controlada y vertederos de carbón quemados	NE		
	1B2			Petróleo y gas natural			
		1B2a		Petróleo			
			1B2ai	Venteo		Estado de pozos 2014	1
			1B2aii	Quema de antorcha	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Resumen Ejecutivo 2014 – Pozos perforados	1
			1B2aiii	Todos los demás	NE		
			1B2aiii1	Exploración			
			1B2aiii2	Producción y refinación	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Producción de Hidrocarburos líquidos por zonas geográficas 2014	1
			1B2aiii3	Transporte			

Clasificación				Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	TIER/Nivel
			1B2a.iii4	Refinación			
			1B2a.iii5	Distribución de productos petrolíferos			
			1B2a.iii6	Otros			
		1B2b		Gas natural			
			1B2bi	Venteo	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Balance anual de gas natural al 2014	1
			1B2bii	Quema de antorcha			1
			1B2biii	Todos los demás			
			1B2biii1	Exploración	NE		
			1B2biii2	Producción	NE		
			1B2biii3	Procesamiento	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Balance anual de gas natural al 2014	1
			1B2biii4	Transmisión y almacenamiento	Valor de la actividad (unidades de la actividad)		1
			1B2biii5	Distribución	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Usos del gas distribuido durante el 2014	1
			1B2biii6	Otros	NE		
	1B3			Otras emisiones de producción de energía	NO		

Fuente: DGEE – MINEM

4.2.2 Ecuaciones utilizadas

Para las emisiones por la categoría emisiones fugitivas, que incluyen todas las fuentes de emisión de la categoría 1B (1B1, 1B2a y 1B2b) se emplearon las siguientes ecuaciones:

1B1: Emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos

Ecuación 3: Estimación de las emisiones procedentes de minas de carbón subterráneas para Nivel 1 y 2, sin ajuste para utilización o quema en antorcha del metano

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{producción de carbón no lavado} \bullet \text{FE} \bullet \text{FC}$$

Donde:

FE = factor de emisión
 FC = factor de conversión de unidades

GL 2006. Vol. 2, p. 4.9

Ecuación 4: Método de promedio global – extracción subterránea – antes de realizar ajustes para utilización de metano o quema en antorcha

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \text{FE}_{\text{CH}_4} \bullet \text{Producción de carbón subterráneo} \bullet \text{FC}$$

Donde:

FE_{CH4} = factor de emisión del metano
 FC = factor de conversión de unidades

GL2006, Volumen 2, pág. 4.11

1B2: Emisiones fugitivas por producción de petróleo y gas natural

Ecuación 5: Nivel 1: estimación de las emisiones fugitivas procedentes de un segmento de la industria

$$E_{\text{gas.segmento de la industria}} = A_{\text{segmento de la industria}} \bullet \text{FE}_{\text{gas segmento de la industria}}$$

GL2006, Volumen 2, pág. 4.41

Ecuación 6: Nivel 1: total de emisiones fugitivas procedentes de los segmentos de la industria

$$\text{Emisiones}_{\text{gas}} = \sum_{\text{segmento de la industria}} E_{\text{gas.segmento de la industria}}$$

Donde:

E_{gas.segmento de la industria} = Emisiones anuales (Gg)
 A_{segmento de la industria} = Factor de emisión (Gg/unidad de actividad)
 FE_{gas segmento de la industria} = Valor de la actividad (unidades de actividad)

GL2006, Volumen 2, pág. 4.11

4.2.3 Descripción de los niveles de actividad

En esta sección se describe cada fuente de emisión de GEI de la categoría emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B) y se hace un análisis de los datos nacionales requeridos para estimar los niveles de actividad requeridos para poder estimar las emisiones de GEI.

1B1: COMBUSTIBLES SÓLIDOS

En esta sub-categoría se deben incluir todas las emisiones de GEI intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final, estas incluyen: a) El gas drenado producido por los sistemas de desgasificación, b) ventilación, c) emisiones posteriores a la extracción, d) volumen de metano recuperado y utilizado o quemado en antorcha y e) minas de carbón subterráneas abandonadas.

1B1ai1: Combustibles sólidos – Minas subterráneas de carbón – Minería

Fuente que considera todas las emisiones de gas por grietas venteadas a la atmósfera por sistemas de ventilación del aire y de desgasificación de minas de carbón. Los niveles de actividad (producción de carbón) para esta fuente fueron obtenidos del Balance Nacional de Energía.

1B1ai2: Combustibles sólidos – Minas subterráneas de carbón – Emisiones por grietas después de la extracción

En esta fuente se consideran las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión no controlada debida a las actividades de explotación del carbón. Los niveles de actividad (producción de carbón) para esta fuente es la misma que se usó en la fuente anterior, es decir del Balance Nacional de Energía.

Tabla 46: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de los combustibles sólidos

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B1ai	Minería	Producción de carbón subterráneo	Balance de Carbón Mineral: 2014, unidades originales.	10 ⁶ kg	Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.mine.m.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BN_E_2014(1).pdf	Con la producción nacional de carbón se estiman las emisiones de CH ₄ .	CH ₄	Se desconoce la participación del tipo de actividad minera por lo que se asume, a juicio de expertos, que todo el carbón proviene de la minería subterránea. La estadística no separa información sobre la cantidad de carbón extraída por minería subterránea y minería superficial. Las estadísticas nacionales reportan el carbón extraído por tipo: antracita y bituminoso, que son los más comercializados en el Perú.
	Emisiones de gas por grietas después de la extracción	Producción de carbón subterráneo	Balance de Carbón Mineral: 2014, unidades originales.	10 ⁶ kg				

Fuente: DGEE – MINEM

Dado que las unidades de donde se obtiene la información son las mismas a las requeridas (t), las emisiones de GEI se obtienen directamente multiplicándose por su respectivo factor de emisión.

1B2A: PETRÓLEO

En esta sub categoría se consideran todas las emisiones de GEI generadas por venteo, quema en antorcha y producción y refinación de petróleo crudo.

1B2ai: Venteo

En esta fuente se incluyen las emisiones por el venteo de gases y corrientes de desecho de gas / vapor vinculados en instalaciones petroleras. Para esta fuente se obtuvo información de los pozos en desarrollo o estado de perforación la cual se obtiene del documento que elabora Perupetro anualmente, el cual se denomina: Estadísticas petroleras (del año concerniente).

Tabla 47: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – venteo

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2a1	Venteo	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Estado de pozos 2014	Número de pozos	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES	Para estimar las emisiones de GEI, el número de pozos, por tipo (nuevos, prueba y en producción) se multiplica por su respectivo factor de emisión	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-

Fuente: DGEE - MINEM

La información obtenida se encuentra en las unidades requeridas según el IPCC, en ese sentido las emisiones de GEI se obtienen multiplicándose por su respectivo factor de emisión.

1B2aii: Quema en antorcha

Fuente que considera las emisiones generadas por la quema en antorcha de gas natural y corrientes de desecho de gas/vapor en instalaciones petroleras. Para esta fuente se obtuvo información de los pozos en exploración, confirmatorios y productores, la cual se obtiene del documento que elabora Perupetro anualmente, el cual se denomina: Estadísticas petroleras (del año concerniente).

Tabla 48: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – quema de antorcha

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2aii	Quema de antorcha	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Resumen Ejecutivo 2014 - Pozos perforados	Número de pozos	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES	Para estimar las emisiones de GEI, el número de pozos, por tipo (nuevos, prueba y en producción) se multiplica por su respectivo factor de emisión	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-

Fuente: DGEE – MINEM

La información obtenida se encuentra en las unidades requeridas según el IPCC, en ese sentido las emisiones de GEI se obtienen multiplicándose por su respectivo factor de emisión.

1B2aiii2: Producción y refinación

Se incluyen en esta fuente todas las emisiones fugitivas generadas por la producción de petróleo (excluidas la ventilación y la quema en antorcha) que tiene lugar en el cabezal del pozo en las arenas petrolíferas o en minas de esquistos hasta el inicio del sistema de transmisión del petróleo. Para esta fuente se obtuvo información de la producción nacional de petróleo del documento Estadísticas Petroleras de Perupetro.

Tabla 49: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de petróleo – producción y refinación

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2aiii2	Producción y refinación	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Producción de Hidrocarburos líquidos por zonas geográficas 2014	Bls	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES	Con la producción nacional de petróleo se estiman las emisiones de GEI	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	-

Fuente: DGEE - MINEM

Dado que la información requerida se encuentra en unidades de volumen (barriles) estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) para luego ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

1B2B: GAS NATURAL

En esta sub-categoría abarca las emisiones por venteo, quema en antorcha y toda otra fuente fugitiva vinculada al procesamiento, al transporte y al almacenamiento y a la distribución de gas natural.

1B2bi: Venteo

En esta fuente se contabilizan las emisiones generadas por el venteo de gas natural y corrientes de desecho de gas / vapor en instalaciones de gas. La información del gas natural venteado es obtenida del documento estadísticas petroleras de Perupetro.

Tabla 50: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural - venteo

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2bi	Venteo	Volumen de gas natural venteado	Balance anual de gas natural al 2014	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES	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	-

Fuente: DGEE - MINEM

Dado que la información requerida se encuentra en unidades de volumen (millones de pies cúbicos) estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) para luego ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

1B2bii: Quema en antorcha

Fuente que incluye las emisiones por la quema en antorcha de gas natural y corrientes de desecho de gas / vapor en instalaciones de gas. La información del gas natural quemado es obtenida del documento estadísticas petroleras de Perupetro.

Tabla 51: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – quema de antorcha

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2bii	Quema de antorcha	Volumen de gas natural quemado	Balance anual de gas natural al 2014	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES	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	-

Fuente: DGEE - MINEM

Aquí también la información requerida se encuentra en unidades de volumen (millones de pies cúbicos) por lo que estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) y luego se obtienen las emisiones de GEI al ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

1B2biii3: Procesamiento

En esta fuente se consideran las emisiones fugitivas (excluidas las emanadas por venteo y quema en antorcha) de instalaciones de procesamiento de gas. La información del gas natural vendido (nacional y exportado) es obtenida del documento: estadísticas petroleras de Perupetro.

Tabla 52: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – procesamiento

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2biii3	Procesamiento	Volúmenes de gas natural vendido	Balance anual de gas natural al 2014	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	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

Dado que la información requerida se encuentra en unidades de volumen (millones de pies cúbicos) estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) para luego ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

1B2biii4: Transmisión y almacenamiento

Esta fuente incluye a las emisiones fugitivas de sistemas usados para transportar gas natural procesado a los mercados (o sea, a los consumidores industriales y a los sistemas de distribución de gas natural). En esta categoría deben incluirse también las emisiones fugitivas de los sistemas de almacenamiento de gas natural. La información del gas natural vendido (importado y exportado) es obtenida del documento: estadísticas petroleras de Perupetro.

Tabla 53: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – transmisión y almacenamiento

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2biii4	Transmisión y almacenamiento	Volúmenes de gas natural distribuido	Balance anual de gas natural al 2014	MMpie ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	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

Dado que la información requerida se encuentra en unidades de volumen (millones de pies cúbicos) estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) para luego ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

1B2biii5: Distribución

Fuente que incluye las emisiones fugitivas (excluidas las emanadas por venteo y quema en antorcha) de la distribución de gas natural a los usuarios finales. La información del gas natural distribuido es obtenida del documento: Balance Nacional de Energía del Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 54: Descripción de los niveles de actividad utilizados para la categoría emisiones fugitivas de la producción de gas natural – distribución

Clasificación	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
1B2biii5	Distribución	Valor de la actividad (unidades de la actividad)	Usos del gas distribuido durante el 2014	10 ⁶ m ³	Perupetro. Estadística Petrolera 2014. Recuperado de http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/48c648c2-9307-4006-be9b-8bf39ec7919e/estadistica+2014.pdf?MOD=AJPERES Ministerio de Energía y Minas (2014). Balance Nacional de Energía 2014. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PUBLI_BNE_2014(1).pdf	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

Dado que la información requerida se encuentra en unidades de volumen (millones de pies cúbicos) estas se convierten a las unidades de volumen requerido (m³) para luego ser multiplicado por su respectivo factor de emisión.

4.2.4 Descripción de los factores de emisión

1B1: COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Los factores de emisión utilizados para las fuentes en esta categoría son los siguientes:

Tabla 55: Factor de emisión del metano de la minería subterránea del carbón

Etapa	CH ₄
	FE por defecto (m ³ /t)
Extracción	17.5
Post-extracción	2.45

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 4: Emisiones fugitivas pág. 4.12

1B2A: PETRÓLEO

Los factores de emisión que se utilizaron para las emisiones fugitivas derivadas de la producción del petróleo fueron los siguientes:

Tabla 56: Factores de emisión de nivel 1 para las emisiones fugitivas (incluidos el venteo y la quema en antorcha) procedentes de las operaciones de petróleo en los países en desarrollo y en los países con economías en transición

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 / pozo perforado
Prueba de pozos	Todas	Quema en antorcha y venteo	4.51E-04	7.95E-02	5.84E-07	Gg / pozo perforado
Servicios a los pozos	Todas	Quema en antorcha y venteo	9.55E-04	1.70E-05	-	Gg / pozo en producción
Producción de petróleo	Total ponderado por defecto	Fugitivas	1.96E-02	2.49E-03	-	Gg / 10 ³ m ³ petróleo producido

Fuente: DGEE - MINEM

1B2B: GAS NATURAL

Los factores de emisión que se utilizaron para las emisiones fugitivas derivadas de la producción del gas natural fueron los siguientes:

Tabla 57: Factores de emisión de nivel 1 para las emisiones fugitivas (incluidos el venteo y la quema en antorcha) procedentes de las operaciones de petróleo y gas en los países en desarrollo y en los países con economías en transición

Categoría	Subcategoría	Fuente de emisión	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Unidades de medida
			Valor	Valor	Valor	
Venteo de gas natural		Venteo declarado	6.60E-01	4.90E-03	-	Gg / pozo perforado
Quema en antorcha del gas natural		Quema real declarada	1.20E-02	2.00E+00	2.30E-05	Gg / pozo perforado
Procesamiento del gas	Plantas de gas ácido	Fugitivas	1.59E-04	1.30E-05	-	Gg / 10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
		Quema en antorcha	2.85E-06	4.25E-03	6.40E-08	Gg / 10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
		Venteo de CO ₂ crudo	0.00E+00	1.07E-01	-	Gg / 10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
Transmisión y almacenamiento del gas	Transmisión	Fugitivas	6.33E-04	1.44E-06	-	Gg / 10 ⁶ m ³ de carga de gas crudo
	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: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 4: Emisiones fugitivas pág. 4.55 y 4.60 (cuadro 4.2.5)

4.2.5 Análisis de la incertidumbre

El análisis aquí desarrollado ha permitido identificar las fuentes que poseen menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, pero además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (2014) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada).

Actividades de quema de combustibles

La fuente que posee menor incertidumbre combinada (4.4%), respecto al CO₂ (principal GEI) y para todos los combustibles, es la fuente: Minería y cantería (1A2i). La fuente que posee mayor incertidumbre combinada respecto al CO₂ es el sector residencial (1A4b) con una incertidumbre del 11.7%.

Respecto a la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones de cada fuente quien ha presentado la menor incertidumbre para el CO₂ es la fuente: Generación de energía eléctrica en el sistema aislado (1A1ai), la cual posee una incertidumbre del 1.4%. La fuente que posee mayor incertidumbre fue la fuente: Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (referido al sector agricultura según como se reporta a nivel nacional), la cual posee una incertidumbre del 32.8%, el cual está asociado a la gran variación del consumo de antracita entre los años 2010 – 2014.

En lo que refiere al metano la fuente que poseen menor incertidumbre combinada es la minería y cantería (1A2i). La fuente que posee mayor incertidumbre combinada respecto al CH₄ es la fuente Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (específicamente el sector agricultura según como se reporta a nivel nacional) con una incertidumbre del 99.0%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias en caso del metano es la refinación del petróleo la cual es de 0.03%. La que posee mayor incertidumbre es la fuente: Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (1A4c), específicamente el sector agrícola a nivel nacional, esta presenta una incertidumbre de 70.84%.

Finalmente, en el caso del óxido nitroso la fuente que poseen la menor incertidumbre combinada es la fuente Generación de energía eléctrica en el sistema aislado (1A1ai) con una incertidumbre de 104.3%. La fuente que posee mayor incertidumbre combinada fue la Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (1A4c), específicamente el sector agrícola a nivel nacional, esta presentó una incertidumbre de 435.3%

Respecto a la incertidumbre introducida en las tendencias quien ha presentado la menor incertidumbre para el N₂O es la fuente: generación de energía eléctrica en el SEIN (1A1i) la misma que tiene un valor de 2.4%. Quien posee la más alta incertidumbre es la fuente: Generación de energía eléctrica (1A1ai) en el sistema aislado, esta resultó en 75.6%.

Es importante señalar que los resultados de incertidumbre aquí estimados se han basado en datos que proporciona el IPCC, en ese sentido se requiere hacer un mejor análisis en base a juicio de expertos. De otro lado es importante conocer cómo se puede determinar el nivel de incertidumbre en los casos en que se estima un factor de emisión en base a una metodología reconocida. Esto es el caso del gas natural, del que a pesar de habersele estimado su factor de emisión nacional no se le realizó ningún ajuste a la incertidumbre que sugiere el IPCC.

Los resultados de la incertidumbre se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 58: Incertidumbre del sector energía (actividades de quema de combustibles)

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
Energía						
Quema de combustibles						
Industrias de energía						
1A1ai Generación de energía eléctrica (SEIN)	Diésel	CO ₂	1.5%	7.0%	0.04%	0.01%
	Petróleo industrial	CO ₂	1.5%	7.0%	0.02%	0.01%
	Carbón mineral	CO ₂	1.5%	7.0%	0.13%	0.04%
	Gas Natural	CO ₂	1.5%	7.0%	6.96%	2.25%
	Total	CO₂			7.0%	2.3%
1A1ai Generación de energía eléctrica (SA)	Diésel	CO ₂	1.5%	7.0%	1.43%	0.33%
	Petróleo industrial	CO ₂	1.5%	7.0%	5.73%	1.31%
	Total	CO₂			5.9%	1.4%
1A1b Refinación del petróleo	Diésel	CO ₂	2.5%	7.0%	0.01%	0.01%
	Gas Natural	CO ₂	2.5%	7.0%	6.27%	4.52%
	Gas de refinería	CO ₂	2.5%	7.0%	1.16%	0.83%
	Total	CO₂			6.4%	4.6%
1A1cii Otras industrias de la energía	Gas licuado de petróleo	CO ₂	7.5%	7.0%	0.00%	0.00%
	Diésel	CO ₂	7.5%	7.0%	1.04%	1.04%
	Gas Natural	CO ₂	7.5%	7.0%	7.19%	7.06%
	Petróleo industrial	CO ₂	7.5%	7.0%	2.02%	1.98%
	Total	CO₂			7.5%	7.4%
Industrias						

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
manufactureras y de la construcción						
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Gas licuado de petróleo	CO ₂	2.5%	7.0%	0.37%	0.21%
	Gasolina para motores	CO ₂	2.5%	7.0%	0.02%	0.01%
	Diésel	CO ₂	2.5%	7.0%	3.96%	2.27%
	Petróleo industrial	CO ₂	2.5%	7.0%	0.01%	0.01%
	Coque	CO ₂	2.5%	7.0%	0.86%	0.49%
	Carbón mineral	CO ₂	2.5%	7.0%	1.33%	0.76%
	Gas Natural	CO ₂	2.5%	7.0%	0.88%	0.50%
	Total	CO₂	4.4%			2.5%
1A2m Industria no especificada	Gas licuado de petróleo	CO ₂	12.5%	7.0%	2.20%	3.17%
	Gasolina para motores	CO ₂	12.5%	7.0%	0.06%	0.15%
	Diésel	CO ₂	12.5%	7.0%	1.19%	3.16%
	Petróleo industrial	CO ₂	12.5%	7.0%	0.24%	0.58%
	Carbón mineral	CO ₂	12.5%	7.0%	3.09%	7.37%
	Gas Natural	CO ₂	12.5%	7.0%	3.13%	6.20%
	Total	CO₂	5.1%			10.6%
Otros sectores						
1A4a Comercial/Institucional	Gas licuado de petróleo	CO ₂	12.5%	7.0%	0.11%	0.18%
	Gasolina para motores	CO ₂	12.5%	7.0%	8.25%	12.97%
	Kerosene	CO ₂	12.5%	7.0%	2.96%	4.65%
	Diésel	CO ₂	12.5%	7.0%	3.00%	4.71%
	Petróleo industrial	CO ₂	12.5%	7.0%	0.00%	0.00%
	Total	CO₂	9.3%			14.6%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	(G · D) / Σ D %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
1A4b Residencial	Gas licuado de petróleo	CO ₂	12.5%	7.0%	11.36%	18.43%
	Gasolina para motores	CO ₂	12.5%	7.0%	0.00%	0.01%
	Diésel	CO ₂	12.5%	7.0%	0.20%	0.32%
	Petróleo industrial	CO ₂	12.5%	7.0%	0.00%	0.00%
	Carbón mineral	CO ₂	12.5%	7.0%	0.00%	0.01%
	Gas Natural	CO ₂	12.5%	7.0%	2.76%	4.47%
	Total	CO₂			11.7%	19.0%
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Agricultura)	Gas licuado de petróleo	CO ₂	12.5%	7.0%	0.06%	0.18%
	Gasolina para motores	CO ₂	12.5%	7.0%	1.82%	5.61%
	Kerosene	CO ₂	12.5%	7.0%	0.00%	0.00%
	Diésel	CO ₂	12.5%	7.0%	2.22%	6.87%
	Petróleo industrial	CO ₂	12.5%	7.0%	0.01%	0.03%
	Antracita	CO ₂	12.5%	7.0%	10.22%	31.57%
	Total	CO₂			10.6%	32.8%
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Pesca)	Gas licuado de petróleo	CO ₂	12.5%	7.0%	0.16%	0.15%
	Gasolina para motores	CO ₂	12.5%	7.0%	0.08%	0.07%
	Diésel	CO ₂	12.5%	7.0%	10.49%	9.68%
	Fuelóleo residual	CO ₂	12.5%	7.0%	3.60%	3.32%
	Total	CO₂			11.1%	10.2%
						44.2%
Industrias de energía						
1A1ai Generación de energía eléctrica (SEIN)	Diésel	CH ₄	1.5%	100.0%	1.34%	0.06%
	Petróleo industrial	CH ₄	1.5%	100.0%	0.74%	0.14%
	Carbón mineral	CH ₄	1.5%	100.0%	1.05%	0.07%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
	Gas Natural	CH ₄	1.5%	100.0%	96.87%	3.58%
	Total	CH ₄			96.9%	3.6%
1A1ai Generación de energía eléctrica (SA)	Diésel	CH ₄	1.5%	100.0%	20.66%	0.80%
	Petróleo industrial	CH ₄	1.5%	100.0%	79.35%	2.17%
	Total	CH ₄			82.0%	2.3%
1A1b Refinación del petróleo	Diésel	CH ₄	2.5%	100.0%	0.27%	0.01%
	Gas Natural	CH ₄	2.5%	100.0%	84.52%	0.03%
	Gas de refinería	CH ₄	2.5%	100.0%	15.24%	0.01%
	Total	CH ₄			85.9%	0.03%
1A1cii Otras industrias de la energía	Gas licuado de petróleo	CH ₄	7.5%	100.0%	0.01%	0.00%
	Diésel	CH ₄	7.5%	100.0%	17.06%	4.26%
	Gas Natural	CH ₄	7.5%	100.0%	51.62%	12.84%
	Petróleo industrial	CH ₄	7.5%	100.0%	31.58%	7.84%
	Total	CH ₄			62.9%	15.6%
Industrias manufactureras y de la construcción						
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	1.45%	0.37%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	0.24%	0.06%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	39.52%	10.11%
	Petróleo industrial	CH ₄	12.5%	100.0%	0.13%	0.04%
	Coque	CH ₄	12.5%	100.0%	22.32%	5.72%
	Carbón mineral	CH ₄	12.5%	100.0%	33.28%	8.51%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
	Gas Natural	CH ₄	12.5%	100.0%	3.85%	0.98%
	Total	CH ₄			56.4%	14.4%
1A2m Industria no especificada	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	4.74%	0.93%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	0.61%	0.12%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	12.08%	2.38%
	Petróleo industrial	CH ₄	12.5%	100.0%	2.12%	0.42%
	Carbón mineral	CH ₄	12.5%	100.0%	70.80%	13.96%
	Gas Natural	CH ₄	12.5%	100.0%	10.42%	2.05%
	Total	CH ₄			72.8%	14.3%
Otros sectores						
1A4a Comercial/Institucional	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	0.44%	0.10%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	59.52%	13.26%
	Kerosene	CH ₄	12.5%	100.0%	20.57%	4.58%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	20.23%	4.51%
	Petróleo industrial	CH ₄	12.5%	100.0%	0.00%	0.00%
	Total	CH ₄			66.2%	14.7%
1A4b Residencial	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	76.76%	17.69%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	0.04%	0.01%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	2.25%	0.52%
	Petróleo industrial	CH ₄	12.5%	100.0%	0.00%	0.00%
	Carbón mineral	CH ₄	12.5%	100.0%	0.82%	0.23%
	Gas Natural	CH ₄	12.5%	100.0%	20.90%	4.82%
	Total	CH ₄			79.6%	18.3%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	(G · D) / Σ D %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Agricultura)	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	0.01%	0.01%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	0.83%	0.60%
	Kerosene	CH ₄	12.5%	100.0%	0.00%	0.00%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	0.95%	0.69%
	Petróleo industrial	CH ₄	12.5%	100.0%	0.00%	0.01%
	Antracita	CH ₄	12.5%	100.0%	98.98%	70.83%
	Total	CH ₄			99.0%	70.84%
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Pesca)	Gas licuado de petróleo	CH ₄	12.5%	100.0%	0.67%	0.09%
	Gasolina para motores	CH ₄	12.5%	100.0%	0.59%	0.08%
	Diésel	CH ₄	12.5%	100.0%	74.94%	9.96%
	Fuelóleo residual	CH ₄	12.5%	100.0%	24.58%	3.27%
	Total	CH ₄			78.9%	10.5%
79.7%						
Industrias de energía						
1A1ai Generación de energía eléctrica (SEIN)	Diésel	N ₂ O	1.5%	505.0%	11.62%	0.08%
	Petróleo industrial	N ₂ O	1.5%	505.0%	6.43%	0.32%
	Carbón mineral	N ₂ O	1.5%	505.0%	68.16%	1.03%
	Gas Natural	N ₂ O	1.5%	505.0%	418.79%	2.13%
	Total	N ₂ O			424.5%	2.4%
1A1ai Generación de energía eléctrica (SA)	Diésel	N ₂ O	1.5%	505.0%	104.34%	19.52%
	Petróleo industrial	N ₂ O	1.5%	505.0%	0.00%	72.99%
	Total	N ₂ O			104.3%	75.6%
1A1b Refinación del petróleo	Diésel	N ₂ O	2.5%	505.0%	2.71%	0.11%
	Gas Natural	N ₂ O	2.5%	505.0%	425.55%	5.75%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
	Gas de refinería	N ₂ O	2.5%	505.0%	76.74%	1.40%
	Total	N ₂ O			432.4%	5.9%
1A1cii Otras industrias de la energía	Gas Licuado de petróleo	N ₂ O	7.5%	505.0%	0.05%	0.00%
	Diésel	N ₂ O	7.5%	505.0%	115.74%	2.96%
	Gas Natural	N ₂ O	7.5%	505.0%	175.05%	4.78%
	Petróleo industrial	N ₂ O	7.5%	505.0%	214.21%	5.66%
	Total	N ₂ O			299.9%	8.0%
Industrias manufactureras y de la construcción						
1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.0%	4.35%	0.21%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.0%	1.43%	0.07%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.0%	236.99%	11.45%
	Petróleo industrial	N ₂ O	12.5%	505.0%	0.78%	0.14%
	Coque	N ₂ O	12.5%	505.0%	100.39%	5.01%
	Carbón mineral	N ₂ O	12.5%	505.0%	149.68%	7.18%
	Gas Natural	N ₂ O	12.5%	505.0%	11.54%	0.55%
	Total	N ₂ O			298.0%	14.4%
1A2m Industria no especificada	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.00%	15.86%	0.61%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.00%	4.10%	0.16%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.00%	80.84%	3.08%
	Petróleo industrial	N ₂ O	12.5%	505.00%	14.21%	0.69%
	Carbón mineral	N ₂ O	12.5%	505.00%	355.30%	13.52%
	Gas Natural	N ₂ O	12.5%	505.00%	34.85%	1.33%

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
	Total	N ₂ O			366.7%	14.0%
Otros sectores						
1A4a Comercial/Institucional	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.74%	0.03%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.00%	299.23%	13.30%
	Kerosene	N ₂ O	12.5%	505.00%	103.43%	4.60%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.00%	101.73%	4.52%
	Petróleo industrial	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.02%	0.00%
	Total	N ₂ O			332.5%	14.8%
1A4b Residencial	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.00%	370.14%	10.21%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.64%	0.02%
	Kerosene	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.00%	0.00%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.00%	32.57%	0.90%
	Petróleo industrial	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.04%	0.00%
	Carbón mineral	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.99%	1.81%
	Gas Natural	N ₂ O	12.5%	505.00%	0.99%	0.64%
Total	N ₂ O			371.6%	10.4%	
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Agricultura)	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.0%	0.26%	0.03%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.0%	43.55%	4.67%
	Kerosene	N ₂ O	12.5%	505.0%	0.00%	0.01%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.0%	28.99%	3.61%
	Petróleo industrial	N ₂ O	12.5%	505.0%	0.21%	0.17%
	Carbón mineral	N ₂ O	12.5%	505.0%	432.14%	43.20%
Total	N ₂ O			435.3%	43.6%	

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada cómo % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada V	$(G \cdot D) / \sum D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (Pesca)	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	12.5%	505.0%	1.12%	0.03%
	Gasolina para motores	N ₂ O	12.5%	505.0%	2.98%	0.08%
	Diésel	N ₂ O	12.5%	505.0%	377.31%	10.05%
	Fuelóleo residual	N ₂ O	12.5%	505.0%	123.75%	3.51%
	Total	N ₂ O			397.1%	10.6%

Fuente: DGEE – MINEM

Emisiones fugitivas por fabricación de combustibles

En el caso de las emisiones de CO₂, existe menor incertidumbre combinada en la fuente: fabricación del petróleo (1B2a), la cual posee una incertidumbre del 2.1%. Quien posee una mayor incertidumbre combinada es la fuente: fabricación del gas natural (1B2b) con una incertidumbre de 98.0%. Respecto a la incertidumbre introducida en la tendencia, la menor incertidumbre se da en la fabricación del petróleo con una incertidumbre del 30.5% y la mayor incertidumbre la tiene la fabricación del gas natural con una incertidumbre del 32.7%.

Sobre las emisiones de CH₄, quien posee una menor incertidumbre combinada es la fuente: fabricación de combustibles sólidos la cual posee una incertidumbre del 2.3%. Quien posee una mayor incertidumbre combinada es la fuente: fabricación del petróleo con una incertidumbre de 924.2%. Respecto a la incertidumbre introducida en la tendencia, la menor incertidumbre se da en la fabricación del gas natural con una incertidumbre del 7.0% y la mayor incertidumbre la tiene la fabricación de combustibles sólidos con una incertidumbre de 23.8%.

Tabla 59: Incertidumbre del sector energía (emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles)

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada v	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
Energía						
Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles						
Combustibles sólidos						
1B1ai1 Minería	No aplica	CO ₂				
1B1ai2 Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	No aplica	CO ₂				
Petróleo y gas natural						
Petróleo						
1B2ai Venteo y 1B2aii Quema en antorcha		CO ₂	25%	394%	0.244%	3.47%
1B2aii2 Producción y refinación		CO ₂	25%	394%	2.129%	30.33%
	Total				2.1%	30.5%
Gas Natural						
1B2bi Venteo		CO ₂	25%	394%	0.014%	0.00%
1B2bii Quema en antorcha		CO ₂	25%	394%	90.107%	7.36%
1B2biii3 Procesamiento		CO ₂	25%	43%	38.604%	31.82%
1B2biii4 Transporte y almacenamiento		CO ₂	25%	97%	0.001%	0.00%
1B2biii5 Distribución		CO ₂	25%	240%	0.078%	0.02%
	Total				98.0%	32.7%
Combustibles sólidos						

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada v	(G · D) / Σ D %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
1B1ai1 Minería		CH ₄	10%	25%	2%	23.57%
1B1ai2 Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería		CH ₄	10%	67%	1%	2.94%
	Total				2.3%	23.8%
Petróleo y gas natural						
Petróleo						
1B2ai Venteo y 1B2aii Quema en antorcha		CH ₄	25%	394%	67%	2.47%
1B2aii2 Producción y refinación		CH ₄	25%	394%	922%	33.73%
	Total				924.2%	33.8%
Gas Natural						
1B2bi Venteo		CH ₄	25%	394%	107%	4.07%
1B2bii Quema en antorcha		CH ₄	25%	394%	30%	0.94%
1B2biii3 Procesamiento		CH ₄	25%	103%	7%	0.80%
1B2biii4 Transporte y almacenamiento		CH ₄	25%	100%	27%	3.35%
1B2biii5 Distribución		CH ₄	25%	240%	81%	4.49%
	Total				139.6%	7.0%
Combustibles sólidos						
1B1ai1 Minería	No aplica	N ₂ O				
1B1ai2 Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	No aplica	N ₂ O				

Categoría del IPCC	Combustible	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales según fuente de emisión y GEI
			Datos de entrada %	Datos de entrada v	(G · D) / Σ D %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
Petróleo y gas natural						
Petróleo						
1B2ai Venteo y 1B2aii Quema en antorcha	No aplica	N ₂ O	25%	394%	1%	17.68%
1B2aiii2 Producción y refinación	No aplica	N ₂ O				
	Total				0.6%	17.7%
Gas Natural						
1B2bi Venteo	No aplica	N ₂ O				
1B2bii Quema en antorcha		N ₂ O	25%	394%	395%	32.71%
1B2biii3 Procesamiento	No aplica	N ₂ O				
1B2biii4 Transporte y almacenamiento	No aplica	N ₂ O				
1B2biii5 Distribución	No aplica	N ₂ O				
	Total				394.5%	32.7%

Fuente: DGEE – MINEM

4.2.6 Gestión de Calidad y Control de Calidad

Se han considerado además las actividades/procedimientos de control de calidad que figuran en las directrices del IPCC específicas al sector energía (fuentes estacionarias), estas se describen a continuación:

Tabla 60: Procedimientos de control de calidad para fuentes estacionarias

PROCEDIMIENTO DE GC/CC PARA LAS FUENTES ESTACIONARIAS ¹⁵		
Actividad	Cálculos de las emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión estacionaria	Cálculos de las emisiones de no CO ₂ procedentes de la combustión estacionaria
Comparación de las estimaciones de emisiones obtenidas con los diferentes métodos	<p>El MINAM ha comparado las estimaciones de las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustible elaboradas con el Método por sectores y con el Método de referencia, y ha justificado, en la medida de lo posible, las diferencias encontradas, dado que son mayores o igual que el 5 por ciento.</p> <p>Aplicando el método de referencia se han obtenido un total de emisiones con una diferencia del 4.98% por lo que se confirma que las emisiones estimadas son aproximadas y coherentes.</p>	
Verificación de los datos de la actividad	<p>El MINEM, en el mediano plazo y si los recursos lo permiten, realizará las gestiones necesarias para poder desarrollar balances de masa de las industrias productoras de combustibles en base a la información que será proveída por las mismas industrias. Para ello se gestionarán los arreglos entre las partes de manera que el acceso a esta información sea continuo.</p> <p>El MINEM se encargará de realizar controles de la coherencia de las series temporales de los balances de energía, los mismos que serán también sometidos a análisis mayores toda vez que se elaboren balances nacionales de energía útil, los mismos que se esperan sean elaborados en periodos cortos de tiempo (4-5 años).</p> <p>Se tomará como práctica, comparar los resultados de las estadísticas nacionales con las estadísticas provistas por organismos internacionales, siempre que estén disponibles y sean robustas.</p> <p>Siempre que estén disponibles, a nivel nacional, datos sobre emisiones de GEI por quema de combustibles en grandes industrias, se cruzará esta información con la estadística nacional. En el corto plazo se coordinará con el proyecto de Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes – RETC quien obtendrá emisiones de distintos tipos de industrias.</p>	

¹⁵ Acciones de Control de calidad complementarias

PROCEDIMIENTO DE GC/CC PARA LAS FUENTES ESTACIONARIAS ¹⁵		
Actividad	Cálculos de las emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión estacionaria	Cálculos de las emisiones de no CO ₂ procedentes de la combustión estacionaria
Control y revisión de los factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> El compilador, en el mediano plazo, deberá sistematizar la información presente en los BNE y otras fuentes oficiales de manera que pueda elaborar balances de carbono nacionales y pueda compararlos con datos históricos sobre los balances de carbono de las industrias productoras de combustible. De darse el caso que las grandes plantas de combustión generen sus propios factores de emisión, se deberá monitorear los métodos de cálculo y niveles de actividad utilizados. En caso se realicen estimaciones de GEI en base al carbono contenido en los combustibles (así se hace para el gas natural) se deberá revisar de forma frecuente dichos contenidos según cada combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> El compilador deberá comparar, en caso existan, los factores de emisión usados con los factores del nivel del sitio o de la planta, si están disponibles. Este tipo de comparación ofrece un indicio de lo razonable y representativo que es el factor nacional.
Revisión externa	<ul style="list-style-type: none"> El compilador deberá efectuar en el mediano plazo una revisión que incluya expertos nacionales y partes interesadas en los diferentes campos relativos a las emisiones de las fuentes estacionarias, tales como: estadísticas de energía, eficiencias de combustión para diferentes sectores y tipos de equipos, uso del combustible y controles de contaminación. En los países en desarrollo, la revisión de los expertos de las emisiones surgidas de la combustión de biomasa resulta de especial importancia. 	

Fuente: DGEE – MINEM

En el caso de las emisiones fugitivas, respecto a aquellas generadas por la producción de combustibles sólidos, petróleo y gas natural, se realizaron las siguientes acciones de control de calidad:

- ✓ *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.*
- ✓ *Las estimaciones obtenidas fueron comparadas con los datos históricos de manera que se analiza la coherencia de los resultados obtenidos.*

El IPCC recomienda las acciones mencionadas anteriormente pero además otras que no pudieron ser realizadas para este RAGEI, estas son:

- No se contó con la participación activa de las grandes industrias productoras.
- No se han realizado mediciones directas para obtener factores de emisión nacionales por lo tanto el revisar esta metodología de medición no aplica en estas fuentes.
- Como no existen factores de emisión nacionales no aplica que se puedan comparar estos con los factores de emisión por defecto.
- Si bien los resultados fueron revisados por especialistas del MINAM, estos no han sido revisados por un especialista en la materia.

4.2.7 Análisis de resultados según fuente de emisión de la categoría

En esta sección se realiza un breve análisis de todas las fuentes de emisión de GEI calculadas. En este se analiza la representatividad de la fuente en su respectiva categoría y en el RAGEI total. Además, se presentan los principales agentes generadores de dichas emisiones.

4.2.7.1 Actividades de quema de combustibles

Si analizamos las emisiones de GEI en base a los tipos de combustibles consumidos, es el gas natural el combustible mayormente consumido y por ende el que genera mayores emisiones, por este combustible se generan el 56% de las emisiones nacionales asociadas a la quema de combustibles fósiles.

Tabla 61: Emisiones de GEI por quema de combustibles (según combustible)

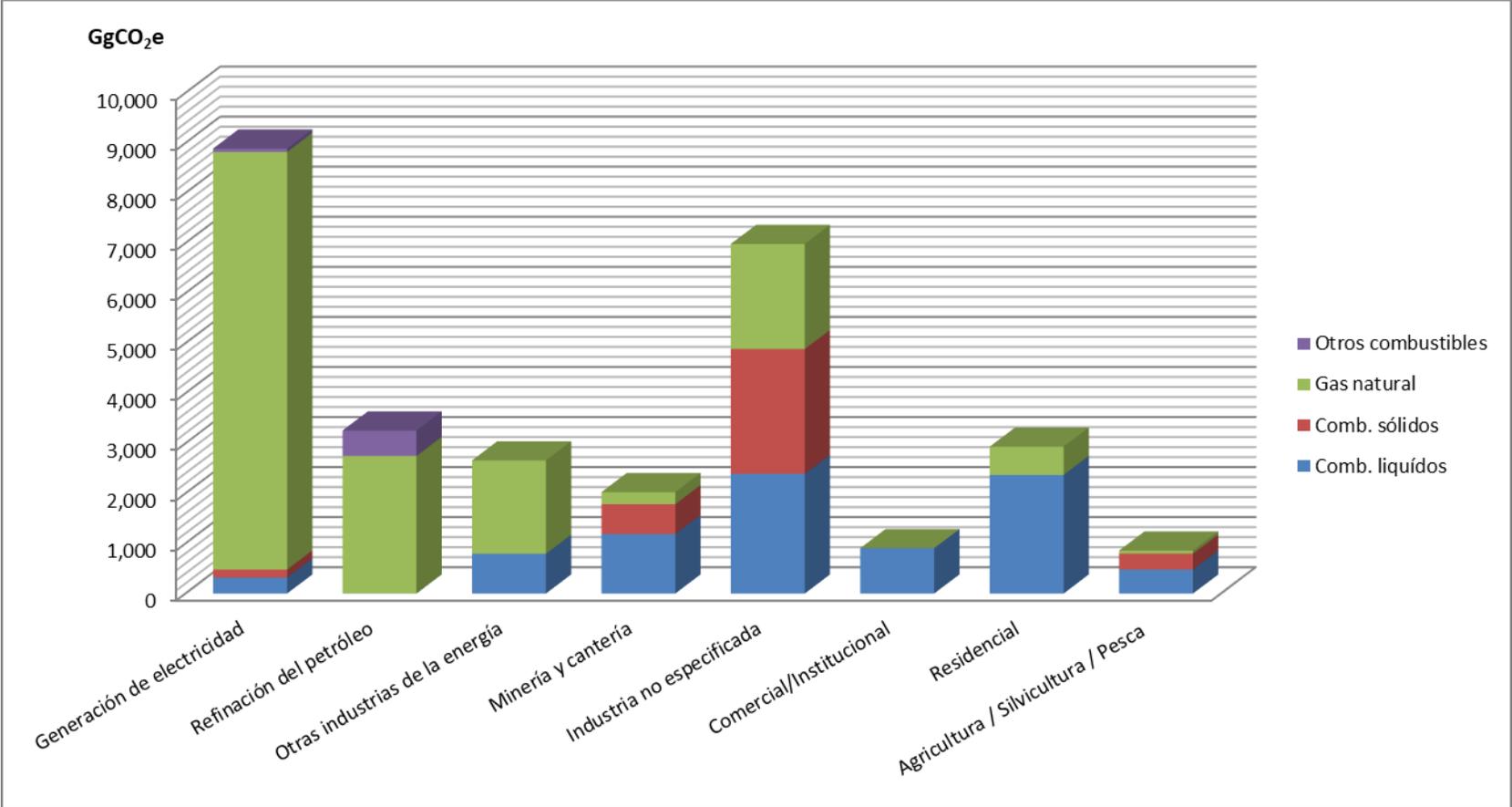
Combustibles	Emisiones GEI (GgCO ₂ eq)
Líquidos	
Gasolina para motores	640.19
Otro queroseno	187.92
Gas / Diésel Oil	3,112.94
Fuelóleo residual	1,037.78
Gases Licuados de Petróleo	3,516.14
Gas de refinería	507.73
Sólidos	
Antracita	3,189.65
Carbón de coque	234.58
Gas Natural	
Gas Natural (seco)	15,945.94

Fuente: DGEE - MINEM

Es importante recalcar que el gas natural es el combustible que menores emisiones de GEI emite en comparación con otros combustibles fósiles. En ese sentido es importante su gran participación, de no existir este combustible las emisiones de GEI serían mayores salvo que exista una mayor inclusión de energías limpias (renovables, geotérmica, entre otras) las que no generan emisión alguna.

A continuación se presentan las emisiones de GEI según fuente y al tipo de combustible asociadas.

Gráfico 19: Emisiones de GEI según fuentes y combustibles



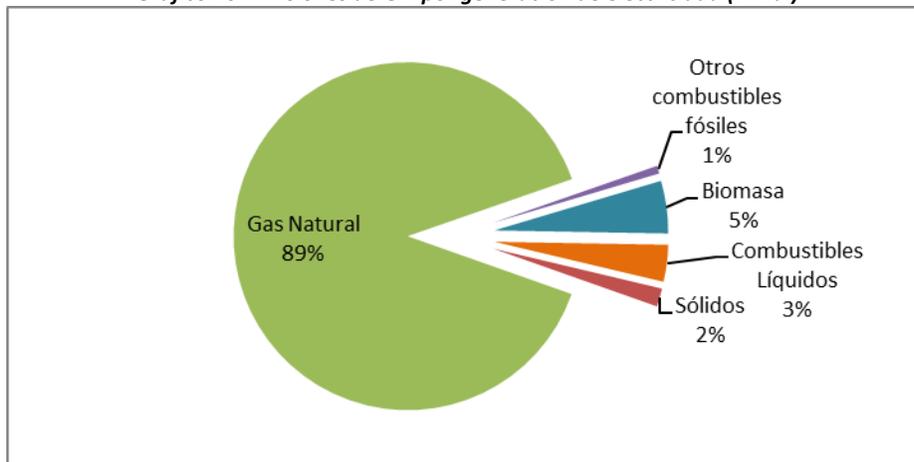
Fuente: DGEE - MINEM

4.2.7.1.1 Industrias de energía

1A1a Generación de electricidad

Esta fuente generó **8,599 GgCO₂eq** lo cual representa el 26.1% de las emisiones de GEI en el RAGEI aquí presentado. El principal combustible consumido en esta fuente es el gas natural, las emisiones asociadas a este combustible representan el 94% de esta fuente si consideramos las emisiones reportadas. Si consideramos además las emisiones informativas (biomasa), la quema del gas natural representa el 89% de las emisiones.

Gráfico 20: Emisiones de GEI por generación de electricidad (1A1a)

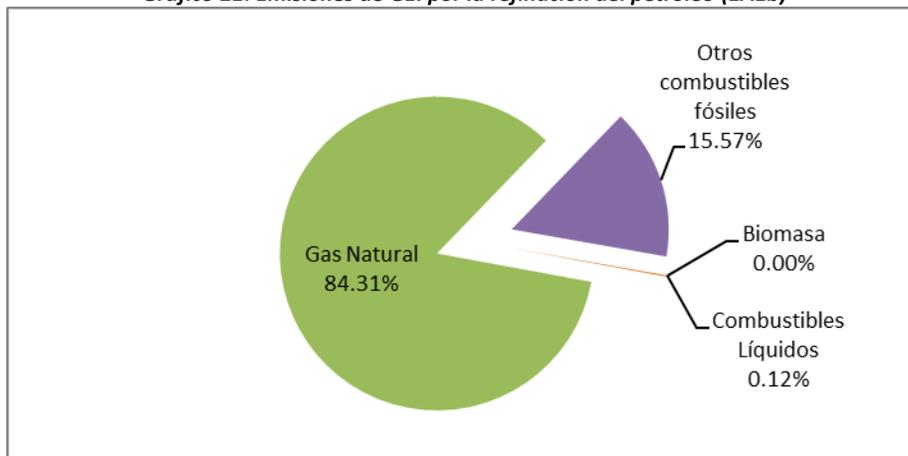


Fuente: DGEE - MINEM

1A1b Refinación del petróleo

Esta fuente generó **3,259 GgCO₂eq** y representó el 9.9% de todas las emisiones nacionales del RAGEI aquí presentado. En esta fuente las emisiones se asocian principalmente otra vez al consumo de gas natural, el cual generó el 84% de las emisiones de esta fuente.

Gráfico 21: Emisiones de GEI por la refinación del petróleo (1A1b)

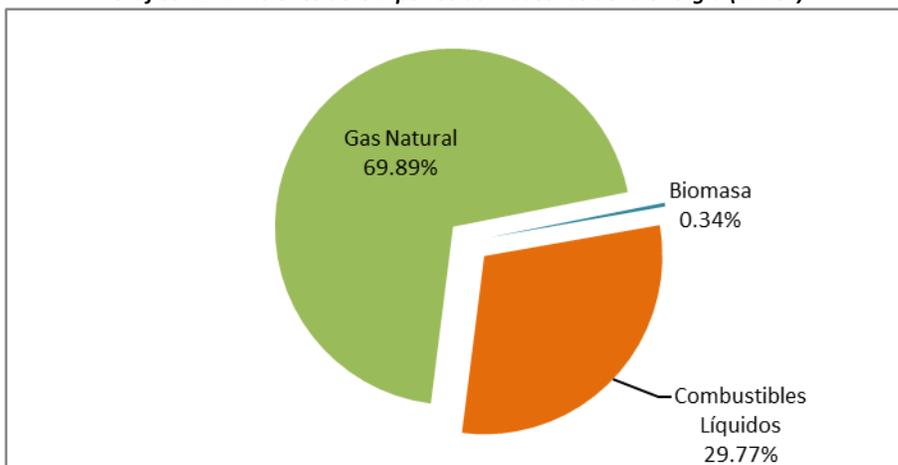


Fuente: DGEE – MINEM

1A1cii Otras industrias de la energía

Esta fuente generó **2,662 GgCO₂eq**, lo cual representó el 8.1% de las emisiones nacionales del RAGEI aquí presentado. En esta fuente las emisiones se generan principalmente por el consumo de gas natural, el cual representa el 70% de las emisiones de GEI en esta fuente.

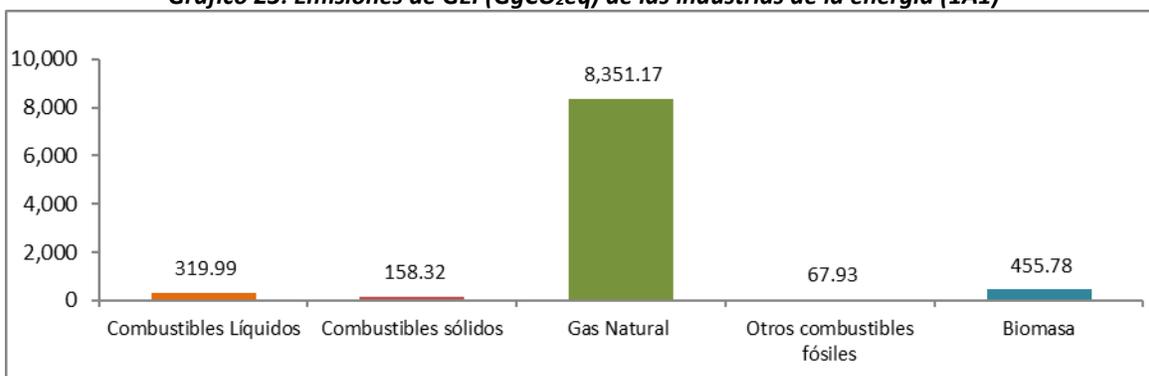
Gráfico 22: Emisiones de GEI por otras industrias de la energía (1A1cii)



Fuente: DGEE - MINEM

Todas las fuentes de emisión hasta aquí presentadas pertenecen a la sub-categoría de las industrias de la energía (1A1), como se ha podido apreciar, en todas estas fuentes las emisiones se generan principalmente por el consumo del gas natural lo que es algo positivo dado que si en lugar de este se utilizará otro combustible se generarían mayores emisiones de GEI. A continuación, se presentan las emisiones de GEI generadas por todas las industrias de la energía según los combustibles utilizados.

Gráfico 23: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) de las industrias de la energía (1A1)



Fuente: DGEE - MINEM

En adición a lo señalado anteriormente se puede apreciar en el gráfico que el segundo combustible más representativo es la biomasa (no sumada en la contabilidad nacional, pero si

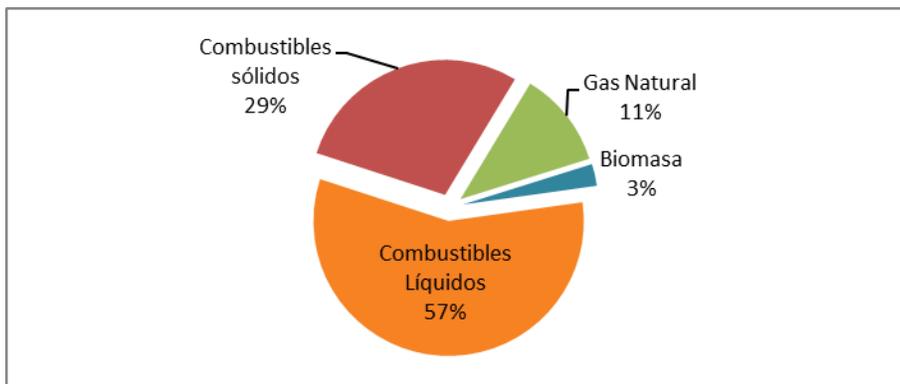
estimada), la cual está conformada por i) una parte ínfima de biodiesel y gasohol, ii) una gran participación de bagazo (usado en la industria de la generación de la energía) y iii) el uso de la leña (utilizada para la producción de carbón vegetal).

4.2.7.1.2 Industrias manufactureras y de la construcción

1A2i Minería (con excepción de combustibles) y cantería

Por esta fuente se han emitido **2,032 GgCO₂eq**, lo cual representa el 6.2% de las emisiones de GEI en el RAGEI aquí presentado. En esta fuente las emisiones de GEI se generan principalmente por el consumo de combustibles líquidos (especialmente por diésel). Además, otros combustibles considerables son el carbón mineral y en menor proporción por el uso del gas natural.

Gráfico 24: Emisiones de GEI por industrias de la minería y cantería (1A2i)

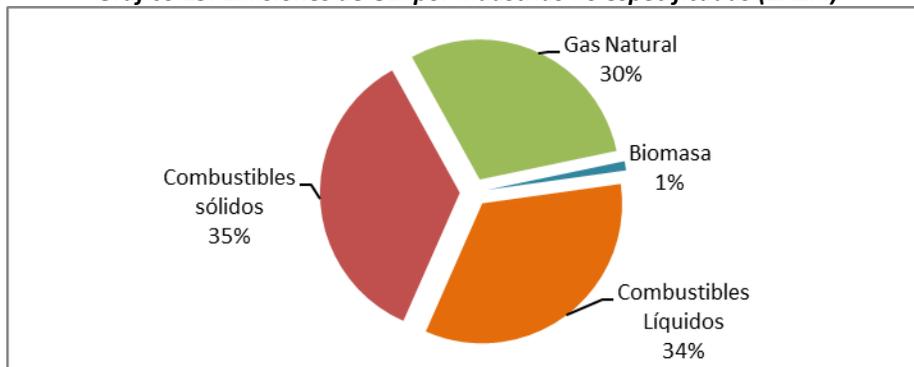


Fuente: DGEE - MINEM

1A2m Industria no especificada

En esta fuente, que incluye según como se presenta en la información oficial a nivel nacional a todo el sector industrial con excepción del minero, ha generado **7,009 GgCO₂eq** lo cual representa el 21.2% del presente RAGEI. En esta fuente las emisiones de GEI se generan de forma distribuida y en orden descendente por combustibles líquidos (principalmente GLP y diésel), combustibles sólidos y gas natural.

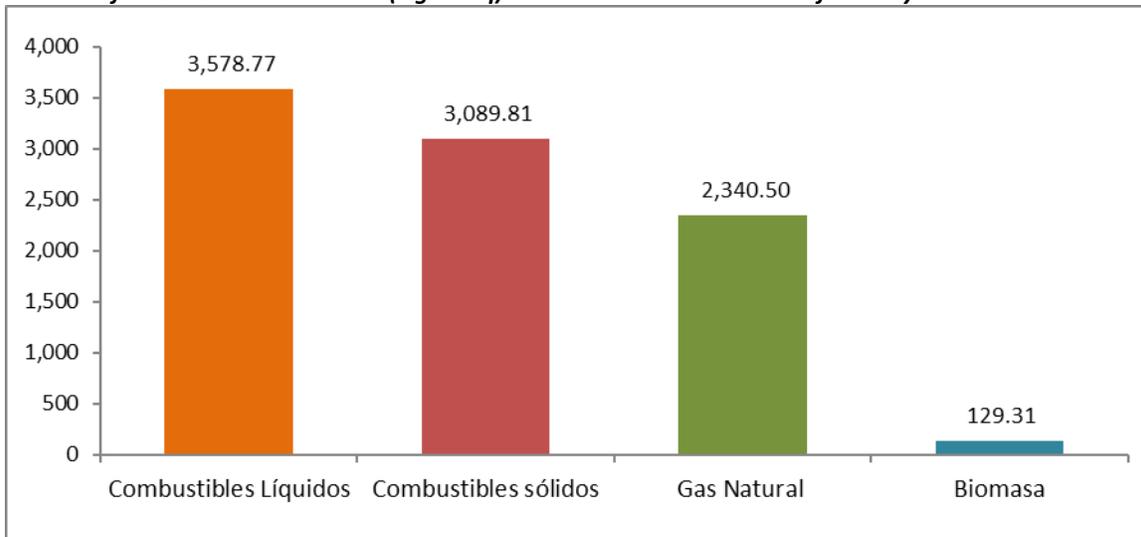
Gráfico 25: Emisiones de GEI por industrias no especificadas (1A2m)



Fuente: DGEE - MINEM

Estas fuentes, que pertenecen a la sub-categoría industrias de la manufactura y la construcción (1A2) presentan en su conjunto un mayor consumo de combustibles líquidos. El gas natural es el que genera menos emisiones (si se excluye la biomasa).

Gráfico 26: Emisiones de GEI (GgCO₂eq) de las industrias de la manufactura y la construcción



Fuente: DGEE – MINEM

4.2.7.1.3 Transporte

1A3ei Transporte por tuberías

En esta fuente se contabilizan las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles para el bombeo y transporte de combustibles en la operación de estaciones de bombeo y mantenimiento de tuberías. El transporte mediante tuberías incluye el transporte de gases u otros combustibles. En el caso del Perú solo se ha obtenido el consumo de combustibles requerido para el transporte de petróleo por el oleoducto norperuano, no se dispuso de información de forma desagregada para los gasoductos sin embargo esta ya se encuentra incluida en la fuente Otras industrias energéticas.

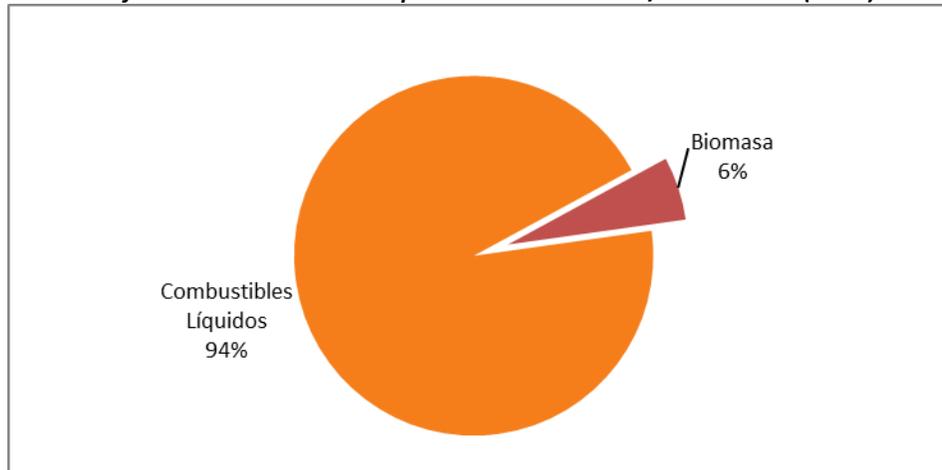
Debido a esta fuente se han generado 28 GgCO₂eq. No se incluye gráfica alguna en esta sección porque estas emisiones son generadas solamente por el consumo de diésel.

4.2.7.1.4 Otros sectores

1A4a Comercial/institucional

En esta fuente se contabilizan las emisiones de GEI solo del sector público a nivel nacional debido a que la información oficial nacional no permite desagregar el consumo a nivel institucional. Esta fuente ha generado **911 GgCO₂eq** y representa el 2.8% de las emisiones estimadas en el RAGEI 2014 del MINEM.

Gráfico 27: Emisiones de GEI por el sector comercial/institucional (1A4a)

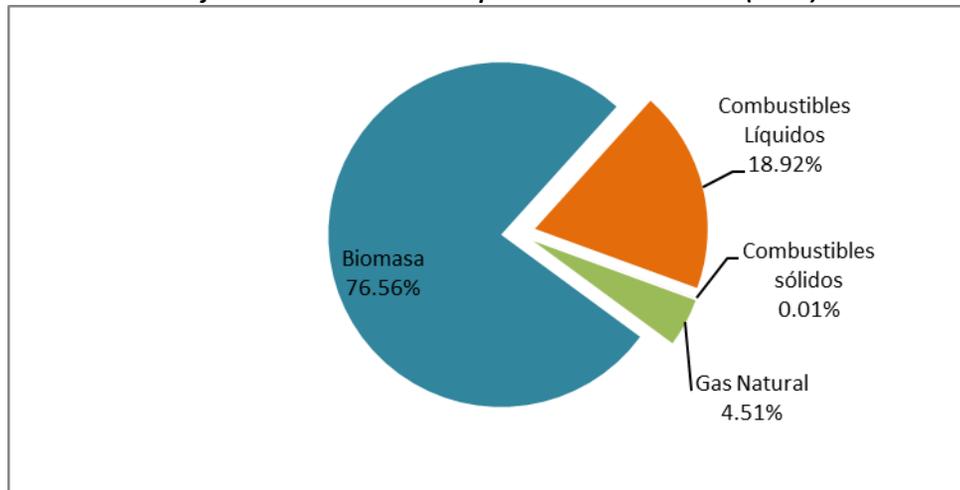


Fuente: DGEE - MINEM

1A4b Residencial

En esta fuente se contabilizan las emisiones de GEI del sector residencial y comercial a nivel nacional debido a que la información oficial nacional así lo dispone. Por esta fuente se generaron **2,940 GgCO₂eq** los que representaron el 8.9% del RAGEI. El principal consumo a nivel residencial es por la quema de biomasa (leña en su mayor proporción), que se consideran emisiones informativas. Descontando la biomasa, son los combustibles líquidos (principalmente GLP) los que contribuyen prioritariamente a las emisiones de esta fuente.

Gráfico 28: Emisiones de GEI por el sector residencial (1A4b)



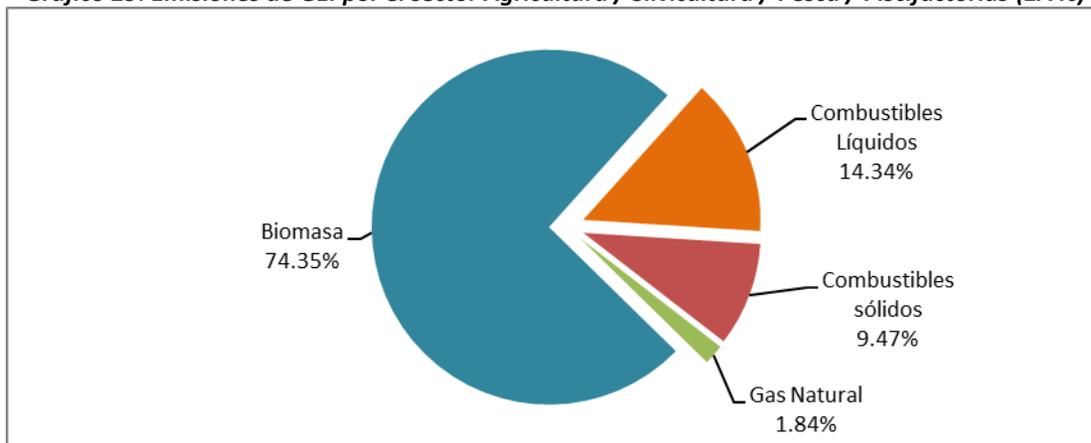
Fuente: DGEE - MINEM

1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías

En esta fuente se contabilizan las emisiones de GEI de los sectores agricultura y pesca debido a la clasificación y agregación de la información oficial nacional. Por esta fuente se generaron **883 GgCO₂eq** las cuales representan el 2.7% de las emisiones nacionales aquí presentadas. En esta

fuentes se generan mayores emisiones por el consumo de biomasa (bagazo por el sector agricultura) que son emisiones informativas. Los principales combustibles fósiles que generan emisiones son los combustibles líquidos (diésel principalmente), seguidos por los combustibles sólidos (carbón mineral consumido por el sector agricultura).

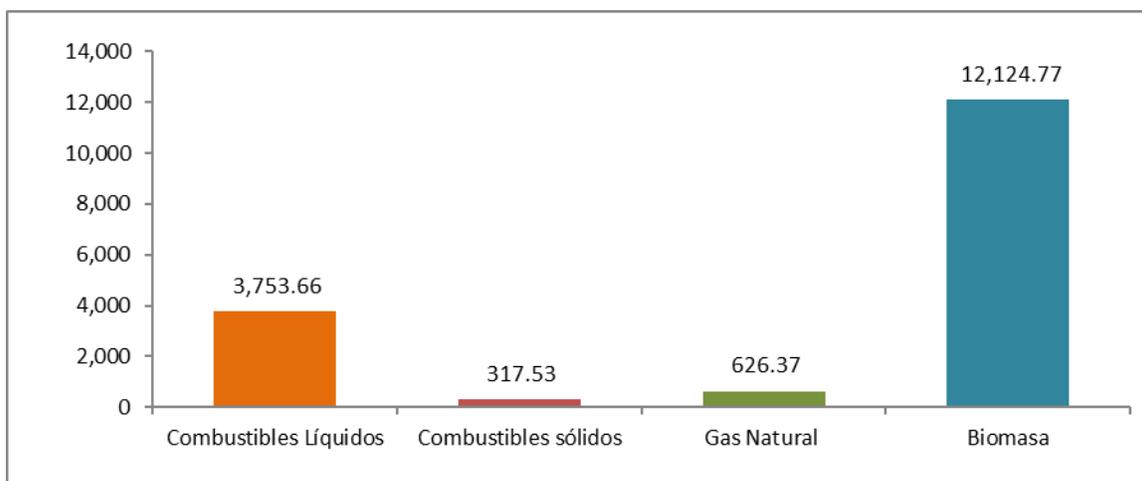
Gráfico 29: Emisiones de GEI por el sector Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías (1A4c)



Fuente: DGEE - MINEM

Estas fuentes que pertenecen a la sub-categoría Otros sectores (1A4) presentan mayores emisiones asociadas al consumo de biomasa, lo cual se da en el ámbito residencial principalmente y en gran consideración en el sector agricultura. Debido a que las emisiones por biomasa no son contabilizadas, en esta sub-categoría las emisiones de GEI se generan principalmente por la quema de combustibles líquidos (diésel y GLP).

Gráfico 30: Emisiones de GEI (GgCO₂e) por otros sectores

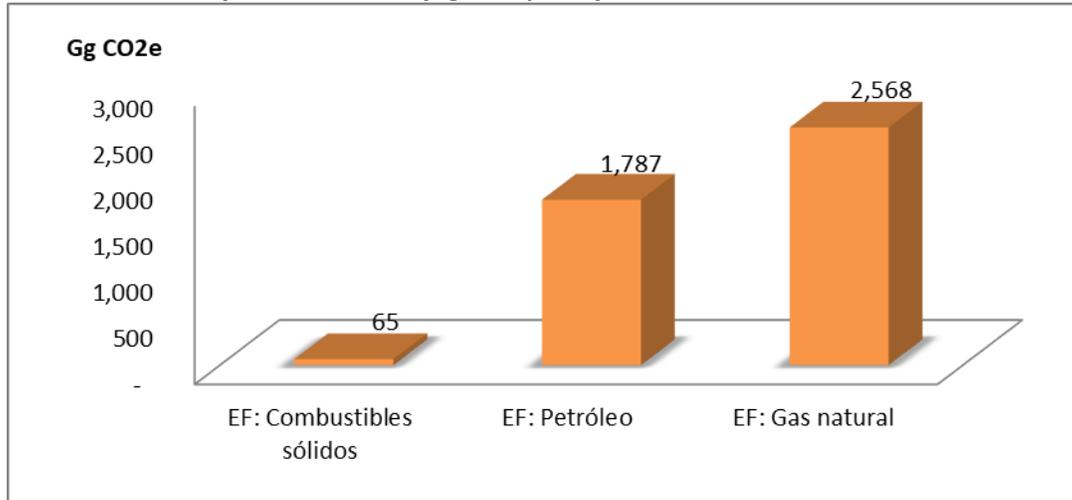


Fuente: DGEE - MINEM

1B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

Las emisiones de GEI aquí generadas son las que se emanan en calidad de fuga durante las actividades de producción de carbón, petróleo y gas natural. En el año 2014 la producción del gas natural fue la que generó mayores emisiones.

Gráfico 31: Emisiones fugitivas por la fabricación de combustibles



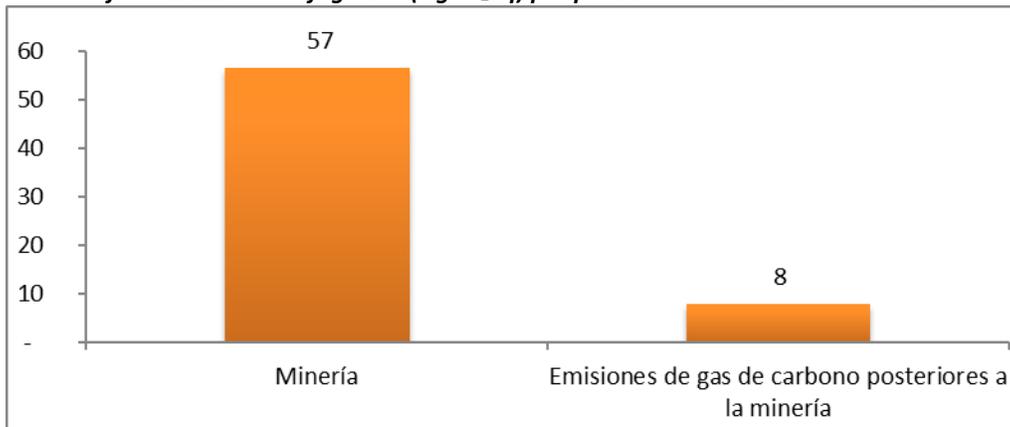
Fuente: DGEE – MINEM

1B1 Combustibles sólidos

4.2.7.1.5 1B1: Emisiones fugitivas por producción de combustibles sólidos

Para esta subcategoría se consideraron las emisiones que generaron las fuentes: minería subterránea (1B1ai1) y minería subterránea post-extracción (1B1ai2). Estas fuentes generan principalmente emisiones de metano. En su conjunto estas fuentes emitieron **64.5 GgCO₂eq** que representa el 0.2% de las emisiones en el presente RAGEI. La fuente que más influyó fue la minería propiamente que generó 57 GgCO₂eq

Gráfico 32: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de combustibles sólidos

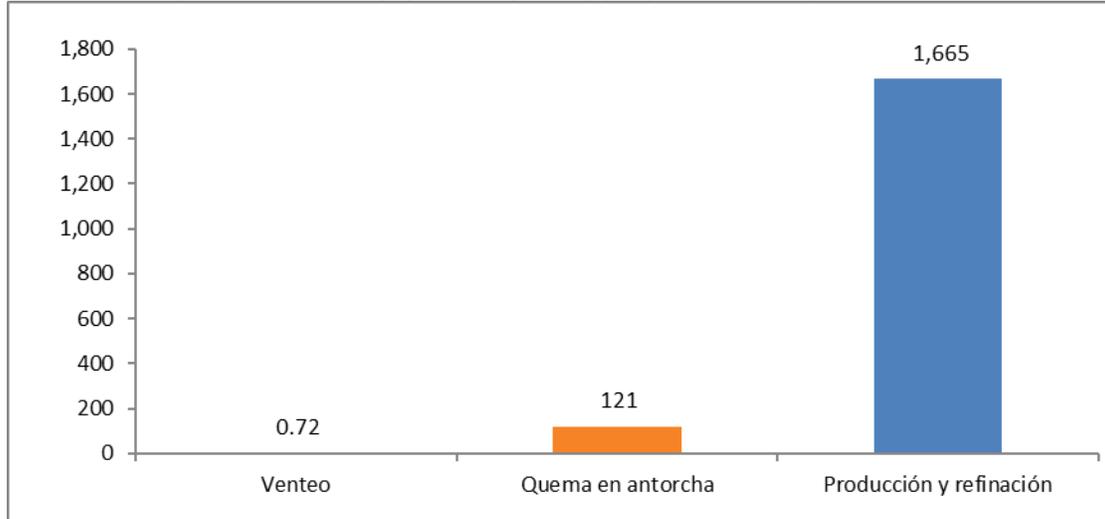


Fuente: DGEE - MINEM

4.2.7.1.6 1B2a: Emisiones fugitivas por producción de petróleo

Para esta subcategoría se consideraron las emisiones que generaron las fuentes: venteo (1B2ai), quema en antorcha (1B2aii) y producción y refinación (1B2aiii2). Estas fuentes en su conjunto emitieron **1,787 GgCO₂eq** lo que representó el 5.4% de las emisiones aquí presentadas.

Gráfico 33: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de petróleo (1B2a)

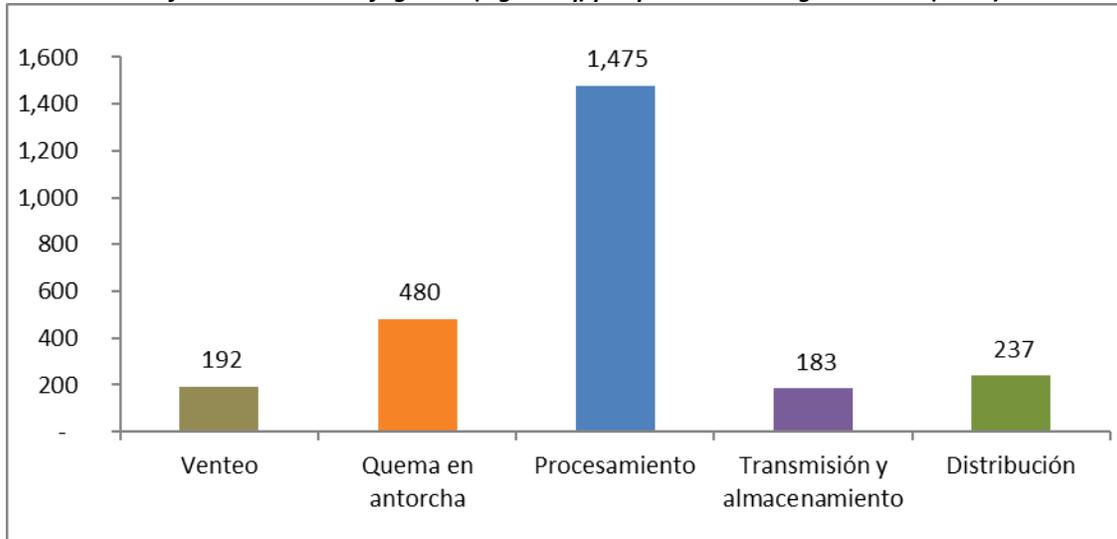


Fuente: DGEE - MINEM

4.2.7.1.7 1B2b: Emisiones fugitivas por producción de gas natural

Para esta subcategoría se consideraron las emisiones que generaron las fuentes: venteo (1B2bi), quema en antorcha (1B2bii), (1B2biii2), procesamiento (1B2biii3), transporte y almacenamiento (1B2biii4) y Distribución (1B2biii5). Estas fuentes en su conjunto emitieron **2,568 GgCO₂eq** lo que representó el 7.8% de las emisiones aquí presentadas.

Gráfico 34: Emisiones fugitivas (GgCO₂eq) por producción de gas natural (1B2b)



Fuente: DGEE - MINEM

4.2.8 Sigüientes pasos

Para la elaboración del presente RAGEI se han realizado distintas acciones de mejora respecto a anteriores reportes, pero al mismo tiempo se han identificado acciones que mejorarían el proceso de elaboración de los próximos RAGEI, todas estas se han descrito en la sección 3.1. A continuación se enlistan y describen las acciones priorizadas que mejorarían aún más la elaboración de los RAGEI.

- a) Organización interna para que el personal de MINEM elabore periódicamente los sigüientes RAGEI. - *Es fundamental que sea el propio personal del MINEM el que elaboré los RAGEI dado que conocen bien la dinámica del sector además de tener bien identificado a los potenciales proveedores de información. Con ellos se deberán generar las capacidades necesarias y establecer los roles y funciones necesarias.*
- b) Revisión externa por expertos. - *Es una buena práctica asegurar la calidad de los resultados presentados en el RAGEI, por ello todo RAGEI debería ser sometido a un proceso de revisión realizado por especialistas o expertos externos al MINEM.*
- c) Generar capacidades para estimar la incertidumbre y las emisiones fugitivas. - *Se necesita tener mayor comprensión del proceso de cálculo de ambas, en el caso de la incertidumbre para poseer mayor entendimiento y respecto a las emisiones fugitivas además de mayor entendimiento porque están sujetas a información que pocas veces se dispone. Se deberá para ello, en coordinación con MINAM, identificar a las instituciones que puedan fortalecer dichas capacidades.*
- d) Generar mayor involucramiento del sector público y privado. - *Es relevante tener más acercamiento y buenas relaciones con el sector público y privado de manera que se podría tener mayor acceso a la información.*
- e) Generar información de forma más desagregada. - *Actualmente parte de la información requerida para realizar los cálculos no se dispone al nivel requerido, en ese sentido el sector debería iniciar las gestiones para generar información al detalle requerido.*
- f) Calcular las emisiones de otros gases (precursores). - *El IPCC requiere que los países reporten estos gases (CO, NOx y NMVOCs, y SO₂) en sus reportes de país. En adición a ello, cuantificar estos gases contribuyen a realzar la importancia de proyectos de mitigación como las NAMA al resultar como un co-beneficio.*
- g) Fortalecer las capacidades en el control de la calidad. - *Se necesitará generar las habilidades en control de calidad a los técnicos que se designen para este fin.*

5. MÉTODO DE REFERENCIA

5.1. Justificación

El IPCC recomienda para el sector energía desarrollar un método adicional de cálculo de las emisiones 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 (aunque también incluye pequeños aportes que no son parte de esta categoría) 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.

5.2. Metodología

En base a las indicaciones que da la Directriz del IPCC para inventarios nacionales de 2006 en su volumen 2, capítulo 6 (Método de referencia) se procedieron a realizar los cálculos respectivos para el año 2014. Cabe recalcar que es la primera vez que se implementa este método, motivo por el cual se ha identificado la necesidad de obtener mayor asesoramiento para poder aplicarlo a cabalidad.

La metodología del método de referencia divide el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono, procedente de la quema de combustibles, en 5 pasos:

- Paso 1: estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales
- Paso 2: convertirlo en una unidad común de energía
- Paso 3: multiplicarlo por el contenido de carbono para computar el carbono total
- Paso 4: computar el carbono excluido
- Paso 5: corregir el carbono sin oxidar y convertir en emisiones de CO₂

Se expresan estos pasos en la siguiente ecuación:

Ecuación 7: Emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustible a través del método de referencia

$$Emisiones\ CO_2 = \sum \left[\left((Consumo\ aparente_{combustible} \bullet Factor\ conv_{combustible} \bullet CC_{combustible}) \bullet 10^{-3} - Carbono\ excluido_{combustible} \bullet FOC_{combustible} \bullet 44/12 \right) \right]$$

Fuente: GL2006, página 6.5

Donde:

- Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ (Gg CO₂)
- Consumo aparente = producción + importaciones – exportaciones – tanques de combustible internacionales – cambio en las existencias
- Factor conv = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto

CC = contenido de carbono (tonelada de C/TJ)

FOC (factor de oxidación del carbono) = fracción de carbono que se oxida Normalmente el valor es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se usan los valores inferiores únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín

Carbono excluido = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible

44/12 = relación del peso molecular del CO₂ al C.

Para poder calcular el consumo aparente de los combustibles es necesario contar con la siguiente información:

- Las cantidades de combustibles primarios producidos (no se incluye la producción de combustibles secundarios ni los productos del combustible);
- Las cantidades de combustibles primarios y secundarios importados;
- Las cantidades de combustibles primarios y secundarios exportados;
- Las cantidades de combustibles primarios y secundarios usados en los tanques internacionales;
- Los incrementos o las reducciones netos de las existencias de combustibles primarios y secundarios.

Con esta información se procede a ejecutar la siguiente ecuación en el caso de los combustibles primarios.

Ecuación 8: Consumo aparente de combustible primario

$$\text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} = \text{Prod.}_{\text{combustible}} + \text{Imp.}_{\text{combustible}} - \text{Exp.}_{\text{combustible}} - \text{Tanques internacionales}_{\text{combustible}} - \text{Cambio en las existencias}_{\text{combustible}}$$

Fuente: GL2006, capítulo 6, pág. 6.6

Para estimar el consumo aparente de los combustibles secundarios se usa una ecuación similar a la de los combustibles primarios, la única diferencia y con toda lógica es que en esta no se incluye a la producción de los combustibles primarios.

Ecuación 9: Consumo aparente de combustible primario

$$\text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} = \text{Imp.}_{\text{combustible}} - \text{Exp.}_{\text{combustible}} - \text{Tanques internacionales}_{\text{combustible}} - \text{Cambio en las existencias}_{\text{combustible}}$$

Fuente: GL2006, capítulo 6, pág. 6.7

Es importante mencionar que no se dispuso de información para lo que es tanques internacionales y cambio en las existencias motivo por el que se trabajó solo con datos de producción, importación y exportación.

En adición a lo anterior tampoco se ha incluido en los cálculos debido a la inexistencia de información al carbono excluido, el cual incluye a los siguientes:

Tabla 62: Productos usados como alimentación a procesos, reductores y para fines no energéticos

Alimentación a proceso	Nafta
	GLP (Propano/butano)
	Gas de refinería
	Gas / diésel y kerosene
	Gas natural
	Etano
Reductor	Coque para horno de coque (coque metalúrgico) y coque de petróleo
	Carbón y alquitrán de hulla / brea de alquitrán de hulla
	Gas natural
Productos no energéticos	Alquitrán
	Lubricantes
	Ceras de parafina
	Espíritu blanco

Fuente: GL2006, capítulo 6, cuadro 6.1

Tal como se indica por el IPCC primero se hizo un inventario de la producción de los combustibles primarios además de la importación, exportación de combustibles primarios y secundarios, el consumo de combustibles en bunkers y los cambios de stock o carbono que no debería contabilizarse dado que su uso no es para fines de combustión sino para otros como por ejemplo fines de agente reductor. En el ejercicio realizado no se ha podido contabilizar el carbono usado para otros fines no energéticos debido a que no se posee esta información. Una vez con el balance de los combustibles, estos son llevados a unidades de energía (TJ) obteniéndose así el consumo aparente.

El consumo aparente posteriormente es llevado a unidades de carbono, según los valores por defecto del contenido de carbono en combustibles que propone el IPCC en su volumen 2, capítulo 1: Introducción, una vez que se poseen los datos del carbono consumido estos se llevan a unidades de dióxido de carbono (CO₂) al usarse la relación molar entre dióxido de carbono y carbono ($44/12 = 3.667$).

Habiéndose realizado esto se estimó la cantidad de emisiones de CO₂ generadas según el método y se comparó con los resultados obtenidos según el método sectorial obteniéndose los siguientes resultados:

5.3. Análisis comparativo entre el Método de Referencia y el Método por Sectores

Aplicándose la metodología descrita en la sección anterior, se estimaron las emisiones de CO₂ generadas según el método de referencia y se compararon los resultados obtenidos con los del método por sectores.

Tabla 63: Comparación de emisiones de GEI entre métodos del IPCC

Método	Quema de combustible	Emisiones Fugitivas	Total
Método sectorial	48,400.14	4,418.99	52,803.49
Método de referencia	49,248.47 ¹⁶		49,248.47

Fuente: DGEE – MINEM

La diferencia encontrada resultó en -6.7%. Habiéndose encontrado una diferencia superior a $\pm 5\%$ se hace un recuento de sus posibles causas:

- Algunos de los valores del consumo de combustible en el método sectorial fueron en unidades de volumen y otros en unidades de energía (TJ). De estos últimos se desconoce el factor de conversión utilizado pudiendo generar distorsiones en el consumo volumétrico real. Por esto podría haber gran diferencia en los cálculos asociados al gas natural, el que además de ser el más consumido sobre este se trabajó un factor de emisión y conversión nacional.
- En el método de referencia ya se incluyen las emisiones de GEI por emisiones fugitivas, dado que este de por sí posee una alta incertidumbre es posible que esta influya en la diferencia encontrada entre ambos sectores.
- En el método de referencia desarrollado no se ha podido contabilizar, por falta de información, el carbono excluido.
- En el método sectorial se trabajaron las emisiones de GEI del sector energía excluyendo a la sub-categoría transporte, este cálculo fue realizado por otro compilador. Dado que en el método de referencia ya está incluido el transporte y en el sectorial no, se ha incluido el cálculo realizado por otro compilador desconociéndose la metodología seguida y por ende los factores de emisión y conversión utilizados. Estos últimos pueden influenciar bastante en la diferencia sabiendo que esta sub-categoría es la más representativa de la categoría energía.

5.4. Gestiones para mejorar este análisis comparativo

Luego de la experiencia tenida se han encontrado algunas acciones que serán necesarias para poder mejorar la comparación entre ambos métodos. Las gestiones que serán necesarias para los próximos RAGEI serán las siguientes:

- Realizar la gestión para poder acceder a la asistencia técnica requerida para realizar el método de referencia.
- Empezar a generar información a un nivel de detalle que facilite la elaboración del método de referencia. Es difícil cuantificar por ejemplo el carbono excluido.
- La información nacional debería generarse usando los factores de conversión que se usa el compilador del RAGEI, los cuales son obtenidos de las propias refinerías/industrias productoras de combustibles. Se realizarán las gestiones para esto con el personal encargado de elaborar los balances nacionales de energía.
- El compilador del sector transporte deberá coordinar con el compilador del sector energía de manera que se garantice el mismo uso de factores de conversión y emisión.
- El compilador del sector Procesos industriales deberá coordinar con el compilador del sector energía para tener acceso a información de su interés.

¹⁶ Dato estimado en la planilla de cálculo del INGEI del sector energía del 2014

ANEXO:

Anexo 1: Datos del responsable del RAGEI

<i>Datos</i>	<i>Descripción</i>
Nombres y Apellidos	Alfonso Eduardo Córdova Rau ¹⁷
Cargo	Especialista en NAMA y MRV
Correo Electrónico	acordova@minem.gob.pe
Teléfono - Anexo	4111100 anexo 1904
Dirección de Línea	Dirección General de Eficiencia Energética
Institución	Ministerio de Energía y Minas

¹⁷ Especialista contratado por Proyecto: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) en los sectores de generación de energía y su uso final en el Perú del Programa de Naciones Unidas por el Desarrollo

Anexo 2: Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI.

Dada la extensión de la información se presenta esta estimación en archivo digital

Anexo 3: Estimación del factor de emisión nacional del gas natural

Para estimar el factor de emisión de la combustión del gas natural se siguió la metodología del API¹⁸ la cual te permite calcular directamente las emisiones de CO₂ y para que de esto se obtenga el factor de emisión propiamente. La metodología indicada presenta la siguiente fórmula para determinar las emisiones de GEI por la quema del gas natural.

Ecuación 10: Emisiones de CO₂ por consumo de gas natural

$$E_{CO_2} = FC \times \frac{1}{\text{molar volume conversion}} \times MW_{\text{Mixture}} \times \text{Wt\% } C_{\text{Mixture}} \times \frac{44}{12}$$

Donde

E_{CO2} = emisiones de CO₂ en masa (lb o kg)

FC = consumo de combustible (pie³ o m³)

Molar volumen conversión = conversión de volumen molar a masa
(23.685m³/kgmol)

MW_{mixture} = Peso molecular de la mezcla

Wt% C_{Mixture} = Porcentaje en peso del carbono en mezcla

44/12 = Conversión estequiometria de C a CO₂

Para estimar entonces las emisiones de CO₂, los únicos datos que se requirieron fueron el peso molecular de la mezcla del gas natural y la participación porcentual en peso del carbono en el gas natural. La cantidad de combustible consumido puede ser variable y el valor de la conversión de volumen molar a masa es constante.

Los datos requeridos fueron proveídos por Cálidda, principal empresa distribuidora de gas natural en Perú durante el año 2014, quien facilitó datos representativos de la composición molar del gas natural para todos los meses del año 2014. Para poder estimar el peso molecular del gas natural (MW_{Mixture}), se trabajó con los valores promedio considerando los 12 meses del año, los mismos que sirvieron para hallar el porcentaje en peso del carbono que contiene el gas natural (Wt% C_{Mixture}).

Con la información obtenida se estimó el peso molecular del gas natural sumando todos los productos obtenidos de la multiplicación de la fracción molar de cada componente del gas natural por su respectivo peso molecular, obteniéndose un peso de 17.59g. La participación en peso del carbono contenido en el gas natural se obtuvo sumando todos los productos de la multiplicación de las fracciones molares de cada componente por el porcentaje en peso de carbono contenido en el mismo componente, obteniéndose una participación del 74.48%.

¹⁸ *Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry/*
http://www.api.org/~media/files/ehs/climate-change/2009_ghg_compendium.ashx

Tabla 64: Composición molar del gas natural distribuido por Cálidda

Mes	Nitrógeno (N ₂)	Dióxido de carbono (CO ₂)	Metano (CH ₄)	Etano (C ₂ H ₆)	Propano (C ₃ H ₈)	n-Butano (C ₄ H ₁₀)	Iso-Butano (C ₄ H ₁₀)	n-Pentano (C ₅ H ₁₂)	iso-Pentano (C ₅ H ₁₂)	Hexano (C ₆ H ₁₄)	Heptano (C ₇ H ₁₆)	Octano (C ₈ H ₁₈)
Enero	1.0104	0.2826	89.0290	9.6058	0.0677	0.0013	0.0017	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0001
Febrero	0.9632	0.2904	88.8952	9.7531	0.0934	0.0020	0.0025	0.0001	0.0001	-	-	-
Marzo	0.9638	0.2898	88.8985	9.7506	0.0927	0.0020	0.0024	0.0001	0.0001	-	-	-
Abril	1.0340	0.2810	89.1152	9.4770	0.0860	0.0028	0.0023	0.0006	0.0007	0.0002	0.0001	0.0001
Mayo	1.0267	0.2800	89.1104	9.4899	0.0885	0.0021	0.0019	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	-
Junio	1.0239	0.2835	89.4369	9.1488	0.1007	0.0030	0.0022	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001
Julio	1.0694	0.2794	89.3451	9.1964	0.1053	0.0023	0.0017	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	-
Agosto	1.0509	0.2724	89.2172	9.3594	0.0959	0.0022	0.0014	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
Septiembre	1.0168	0.2846	89.1747	9.4082	0.1096	0.0029	0.0022	0.0003	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001
Octubre	1.0708	0.2761	89.2020	9.3527	0.0940	0.0021	0.0015	0.0003	0.0003	0.0001	0.0001	-
Noviembre	1.0795	0.2623	89.3027	9.2595	0.0916	0.0022	0.0015	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
Diciembre	1.0938	0.2517	89.2788	9.2770	0.0931	0.0023	0.0022	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001
Promedio	1.03%	0.28%	89.17%	9.42%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Cálidda

Tabla 65: Peso molecular del gas natural y participación en peso de carbono

Compuesto	N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄	C ₇ H ₁₆	C ₈ H ₁₈	Gas natural
Peso molecular (g)	28	44	16.04	30	44	58	58	72	72	86	100	114	17.59
Porcentaje de carbono en peso del compuesto (%)	0%	27.3%	74.8%	80.0%	81.8%	82.8%	82.8%	83.3%	83.3%	83.7%	84.0%	84.2%	
Porcentaje de carbono en peso del gas natural (%)	0.00%	0.08%	66.71%	7.54%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	74.48%

Una vez obtenidos estos datos se procede a estimar, siguiendo la ecuación presentada anteriormente, las emisiones de GEI generadas. Para este caso se trabajó con el volumen de gas natural consumido por el mercado eléctrico (4'118'785,232 m³) en el año 2014 obteniéndose como resultado 8'382,037 tCO₂e. Con estos 2 valores se obtiene una primera relación dividiendo las emisiones de GEI entre el volumen de gas natural obteniéndose **0.002035 tCO₂e/m³**.

Para llevar esta relación a unidades energéticas es necesario obtener el poder calorífico inferior (PCI) del gas natural. Cálidda brindó el dato del poder calorífico superior (PCS) equivalente a 40.0411 MJ/m³ y dado que se requiere el inferior se le aplicó un descuento del 10%, tal como lo supone el IPCC, obteniéndose un PCI de **36.19 MJ/m³**.

Con estos 2 datos se obtiene finalmente el factor de emisión nacional basado en unidades energéticas, el valor estimado resulta en **56,228 kgCO₂/TJ**. Este valor está dentro del rango establecido por el IPCC (54,300 – 58,300) y es superior en un 0.2% respecto al factor de emisión por defecto (56,100 kgCO₂/TJ).