

# RAGEI 2016

REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
DEL SECTOR DESECHOS 2016

## CATEGORÍAS:

TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN  
DE AGUAS RESIDUALES  
INDUSTRIALES

**Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos del año 2016**  
**Categoría: Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales**  
**Subcategoría: Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Preparado por:

**Ministerio de la Producción**  
Viceministerio de MYPE e Industria  
Dirección General de Asuntos Ambientales de la Industria  
Lima, 2020

## CONTENIDO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	6
RESUMEN EJECUTIVO .....	7
1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. SITUACIÓN DEL SECTOR.....	9
3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI .....	11
3.1. Organización para la elaboración del RAGEI .....	11
3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI.....	11
3.3. Control de calidad y garantía de la calidad del RAGEI .....	12
4. METODOLOGÍA APLICADA .....	13
4.1 Metodología para el cálculo de emisiones de GEI.....	13
4.2 Metodología para el análisis de incertidumbre.....	13
4.3 Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal .....	14
5. RESULTADO SUBCATEGORÍA DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	15
5.1. Subcategoría 4D2: Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales .....	15
5.1.1. Método de cálculo .....	16
5.1.2. Datos de actividad .....	18
5.1.3. Factores de emisión y conversión .....	24
5.1.4. Análisis de incertidumbre.....	27
5.1.5. Análisis de resultados .....	29
5.1.6. Actualización de la serie temporal.....	33
5.2. Control de calidad y garantía de la calidad.....	34
5.2.1. Control de calidad.....	34
5.2.2. Garantía de calidad.....	35
5.3. Sigüientes pasos .....	36
6. BIBLIOGRAFÍA .....	39
7. ANEXO:.....	40
7.1. Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI .....	40
7.2. Anexo 2: Juicio de experto realizado.....	41
7.3. Anexo 3: Procedimiento de control de calidad .....	42
7.4. Anexo 4: Procedimiento de garantía de la calidad .....	46

## Lista de tablas

Tabla N° 1. Rol de las oficinas involucradas en la elaboración del RAGEI	11
Tabla N° 2. Gases estimados en el RAGEI 216	13
Tabla N° 3. Resultados de las estimaciones de emisiones de la subcategoría 4D2	15
Tabla N° 4. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CH <sub>4</sub> - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	17
Tabla N° 5. Descripción del dato de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2016, subsector MYPE e Industria – Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	19
Tabla N° 6. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	20
Tabla N° 7. Descripción del dato de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	22
Tabla N° 8. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2016, subsector Pesca y Acuicultura - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	22
Tabla N° 9. Descripción del dato de actividad utilizado y el dato nacional utilizado en la estimación del año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	23
Tabla N° 10. Tipos de tratamientos de aguas residuales industriales identificados	23
Tabla N° 11. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	24
Tabla N° 12. Valores de FCM por defecto para las aguas residuales industriales	24
Tabla N° 13. Estimación del Factor de emisión de metano medio	25
Tabla N° 14. Valores de FCM por defecto para las aguas residuales industriales	25
Tabla N° 15. Densidades utilizadas para obtener la producción industrial - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	26
Tabla N° 16. Datos sobre aguas residuales industriales	26
Tabla N° 17. PCG utilizado para el Metano	27
Tabla N° 18. Valores de incertidumbre para los datos de actividad	27
Tabla N° 19. Valores de incertidumbre para los factores de emisión	28
Tabla N° 20. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI de Aguas Residuales Industriales	28
Tabla N° 21. Correspondencia con clasificación de las Directrices del IPCC de 2006 para la asignación de los valores por defecto – Aguas Residuales Industriales	30
Tabla N° 22. Productos no considerados en la estimación de las emisiones – Aguas Residuales Industriales	32
Tabla N° 23. Hallazgos producto del proceso de control de calidad	35
Tabla N° 24. Hallazgo producto del proceso de garantía de calidad	35
Tabla N° 25. Acciones de mejora generales planificadas para futuros RAGEI	36
Tabla N° 26. Procedimientos generales de control de calidad	42
Tabla N° 27. Procedimientos de específicos de control de calidad para la subcategoría 4D2 – Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales	44
Tabla N° 28. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	45

## Lista de figuras

Figura N° 1. Evolución del PBI Manufacturero	10
Figura N° 2. Árbol de decisión para las emisiones de CH <sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	16
Figura N° 3. Emisiones de metano en Gg CH <sub>4</sub> de Aguas Residuales Industriales, 2016	29
Figura N° 4. Participación porcentual de las emisiones de metano de la subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales en el año 2016	30
Figura N° 5. Serie temporal de las estimaciones de emisiones de metano derivadas del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales del 2000 - 2016	33

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>DGAAMI</b>	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria
<b>DGAAMPA</b>	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas
<b>DGSP</b>	Dirección General de Sostenibilidad Pesquera
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GL2006</b>	Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
<b>INGEI</b>	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MYPE</b>	Micro y pequeña empresa
<b>OGEIEE</b>	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno
<b>PRODUCE</b>	Ministerio de la Producción
<b>RAGEI</b>	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero

## RESUMEN EJECUTIVO

El Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos, subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales del año 2016 (RAGEI 2016) describe el proceso de estimación de emisiones de GEI del año 2016 y el recálculo de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994.

El RAGEI 2016 presenta las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) generadas por el tratamiento de aguas residuales industriales que contienen significantes cargas de carbono y de los lodos que son subproductos de ciertos sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales y pueden dar origen a emisiones de metano en condiciones anaerobias. Estas emisiones han sido estimadas siguiendo las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (Directrices del IPCC de 2006). Los valores de GEI se reportan en forma agregada, expresados en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), utilizando el Poder de Calentamiento Global (PCG) proporcionados por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su Segundo Informe de Evaluación.

Las emisiones de GEI del año 2016 se han estimado en 33.11 Gg de CH<sub>4</sub>, que equivalen respectivamente a 695.23 GgCO<sub>2</sub>eq producto del Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales.

Respecto a la evolución de las emisiones de GEI, se tiene que las emisiones del año 2016 aumentaron en aproximadamente en un 3.18% respecto al 2015 y en un 218.72% respecto al año 1994. Desde el año 1994 al 2014, se evidencia una tendencia creciente de generación de emisiones de GEI, que está relacionada al incremento de las industrias y a la cantidad de aguas residuales industriales generadas con el tiempo. Asimismo, se observó que la industria con mayor contribución en las emisiones es la industria de Pulpa y papel que participa en el año 2016 con el 48.11%.

El presente RAGEI 2016 constituye un hito importante para el Ministerio de la Producción (PRODUCE) dado que presenta por primera vez, estimaciones de emisiones de GEI con las Directrices del IPCC de 2006, el cual contribuye a adelantarnos al cumplimiento del Marco Reforzado de Transparencia<sup>1</sup>, dispuesto en el Acuerdo de París, que serán operativizados a través del INFOCARBONO, herramienta del MRV de mitigación del Sistema para el Monitoreo de las Medidas de Adaptación y Mitigación establecido en el artículo 32 y 51 del Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático.

---

<sup>1</sup> Las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco de Transparencia para la acción y apoyo referido en el Artículo 13 del Acuerdo de París, adoptado en la Decisión 18/CMA.1 de la CMNUCC, establece que las Partes deberán presentar su primer informe bienal de transparencia y su informe del inventario nacional (aplicando las Directrices del IPCC de 2006 y cualquier versión o refinamiento posterior), a más tardar el 31 de diciembre de 2024. Recuperado de: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018\\_3\\_add2\\_new\\_advance.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf)

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente (MINAM) a través del Decreto Supremo N°013-2014-MINAM aprobó las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), cuya finalidad es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que contribuirá a la formulación de políticas, y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

Asimismo, a través de la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM, el MINAM aprobó las guías para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) y la difusión del inventario nacional de gases de efecto invernadero, definiendo su aplicación según la entidad competente. De acuerdo con esta resolución, el Ministerio de la Producción (PRODUCE) es la entidad encargada de la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del Sector Desechos, categoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales, subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales y el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Procesos Industriales y Uso de Productos - Categorías: Industria de los Minerales, Industria Química e Industria de los Metales.

La Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI) de PRODUCE, presenta el RAGEI 2016 del sector Desechos, subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales, resultado del trabajo conjunto con el MINAM, quien ha brindado asistencia técnica a las entidades competentes del INFOCARBONO para la aplicación de la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC de los RAGEI del sector Desechos.

## 2. SITUACIÓN DEL SECTOR

De acuerdo con el “Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016” (PRODUCE, 2017) los principales factores que afectan el desempeño de la producción manufacturera están relacionados con el comportamiento del sector externo, el comportamiento del sector interno y el comportamiento del sector construcción.

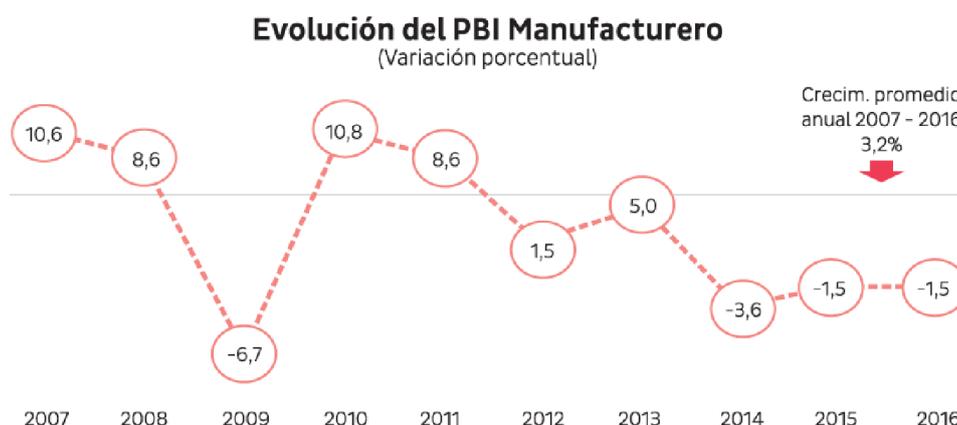
En relación con el sector externo, el desempeño de la producción manufacturera se vio afectado por la expansión moderada de la economía global y la menor inversión privada que se registró en el país, lo cual se vio reflejado en una menor producción de las ramas vinculadas al mercado internacional como prendas de vestir, fabricación de joyas y artículos conexos a aserrado y acepilladura de madera, entre otros. Sin embargo, también se dieron variaciones positivas en los casos de la producción de otros productos de madera, partes y piezas de carpintería y la fabricación de conservas, frutas y legumbres (PRODUCE, 2017).

El comportamiento del sector económico construcción afecta el desempeño manufacturero de las actividades vinculadas a dicho sector. En el año 2016, el Producto Bruto Interno (PBI) de este sector disminuyó en 3.1% en relación con el 2015, lo cual se debió principalmente al retraso en la ejecución de proyectos de infraestructura pública tanto a nivel local como regional. Esto, guarda relación directa con el despacho nacional de cemento a nivel nacional, el cual registró una caída de 2.8%. De igual forma, el ligero avance en la inversión pública (0.6%), generó un menor gasto a nivel de gobiernos regionales y locales, lo que trajo como consecuencia una menor demanda de productos como estructuras metálicas, tanques y depósitos, y pinturas y barnices. De otro lado, se registró un aumento en la demanda de muebles y maquinaria para la explotación minera. Además de las actividades ya mencionadas, otras actividades no primarias orientadas al sector construcción son: cal y yeso; productos de plástico; materiales de construcción; artículos de hormigón y cemento.

Por su parte, en el sector interno presentó resultados variables en el año 2016. Se tuvo que el menor consumo interno afectó a actividades como la panadería y bebidas malteadas y de malta cuya producción disminuyó. Mientras que, para el caso de impresiones, productos de molinería, productos farmacéuticos y medicinales, y bebidas gaseosas y aguas la variación fue positiva (PRODUCE, 2017).

Según el “Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016” (PRODUCE, 2017), si bien para el año 2016 el PBI de la actividad manufacturera presentó una disminución de -1.5% en relación al año 2015, éste se mantiene como uno de los principales sectores con mayor participación en el PBI Nacional con un 13%. Esta disminución en el año 2016 se debe principalmente a la menor actividad productiva del subsector no primario (-1.9%) y del subsector primario (-0.8%). Cabe indicar que, en la última década el PBI manufacturero registró una tasa promedio de + 3.2 %, sin embargo, se señala que en el primer quinquenio presenta un crecimiento mayor que el segundo, lo cual se explica debido a la desaceleración de la demanda interna, específicamente por la disminución de la inversión privada y el consumo público.

Figura N° 1. Evolución del PBI Manufacturero



Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016 (PRODUCE, 2017)

Respecto al subsector Pesca y Acuicultura, el Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016 (PRODUCE, 2017), señala que el procesamiento de recursos hidrobiológicos alcanzó un volumen de 1,119.2 miles de toneladas métricas brutas (TMB) para el año 2016, que a comparación del año 2015 representa una disminución de 258.3 miles de TMB (18,7%). Esta disminución, se originó principalmente por una caída de 23.4% en la producción de harina de pescado y de 18.0% en los productos congelados.

De la cantidad total procesada, el 67.6% fue destinada para el consumo humano indirecto, con una producción total de 756.0 miles de TMB, que significa una disminución en 190.9 miles de TMB (20,2%) en comparación al año 2015. Esto se explica, debido a que hubo una menor producción de harina de pescado en 199.4 miles de TMB (23.4%), la cual se atenuó, en parte, con el incremento en 9.0 miles de TMB (9,0%) en la producción de aceite crudo de pescado, la que, a su vez, fue afectada por la menor disponibilidad de anchoveta.

Respecto a los productos destinados al consumo humano directo, que representan el 32.4% de la cantidad total procesada, la industria de congelados en el año 2016 alcanzó una producción total de 275.2 miles de TMB, que en relación con el 2015 representa una disminución en 60.5 miles de TMB (18.0%). En relación con los productos enlatados, durante el año en cuestión alcanzó un volumen de 63.8 miles de TMB, que en relación con el año 2015 representa un aumento en 5.9 miles de TMB (10.3%), esto se explica principalmente por el significativo aumento en 16,554 TMB (161.4%) de la producción en base a la Caballa. Y finalmente, en lo referido a la producción de curado, ésta registró 24.07 miles de TMB, que en relación con el año 2015 representa una disminución de 12.9 miles de TMB (34.8%).

### 3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI

#### 3.1. Organización para la elaboración del RAGEI

La elaboración del RAGEI se realizó bajo la coordinación de la Dirección General de Asuntos Ambientales de la Industria (DGAAMI) del Ministerio de la Producción, específicamente desde la Dirección de Gestión Ambiental.

Además de la DGAAMI, la elaboración del presente RAGEI requirió de la participación de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA). En la siguiente tabla se resume la asignación de roles en la elaboración del RAGEI.

**Tabla N° 1. Rol de las oficinas involucradas en la elaboración del RAGEI**

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
Ministerio de la Producción Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria - DGAAMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Responsable de coordinar la recopilación de información nacional sobre la actividad del sector industrial del subsector PYME e Industria.</li> <li>● Responsable de preparar el RAGEI de aguas residuales industriales (conformado por un informe, una planilla de cálculo y documentación de sustento).</li> <li>● Responsable de integrar el RAGEI en la versión a presentar al Ministerio del Ambiente.</li> </ul>
Ministerio de la Producción Dirección General de Asuntos Ambientales, Pesqueros y Acuícolas – DGAAMPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Responsable de coordinar la recopilación de información nacional sobre la actividad industrial del subsector Pesca y Acuicultura y hacerla llegar a la DGAAMI.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Para que la elaboración del RAGEI se convierta en un proceso continuo e institucionalizado es importante mejorar aspectos como:

- Realizar la priorización de las mejoras que se han de implementar y los periodos de implementación, prioritariamente para la elaboración del RAGEI 2018.
- Elaborar un plan de trabajo para la implementación de estas, con plazos, responsables y recursos requeridos.
- Además, plantear un cronograma para la implementación de las mejoras no contempladas para el RAGEI 2018, pero sí para RAGEI posteriores (mejoras a largo plazo).

#### 3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI

Se realizó recopilación de información con solicitudes a fuentes externas como a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) sobre los informes primigenios de las solicitudes de vertimiento presentadas por las industrias a esta entidad. Esto con la finalidad de obtener información sobre los tipos de tratamiento realizados a los efluentes industriales previo a su vertimiento a un cuerpo natural de agua.

De otro lado, se realizó el intento de obtener información directamente de las industrias para lo cual se realizó la solicitud del registro de empresas a la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) la cual constó de: información sobre el rubro de producción, tamaño de industria e información de contacto (dirección, teléfono y correo electrónico) con el fin de tomar contacto con ellas y realizar la solicitud de información específica deseada.

En adición a dicha información solicitada a fuentes externas, se utilizaron fuentes de información, públicas y oficiales que se encuentran disponibles en los portales web de PRORDUCE sobre la producción nacional y a través de la DGAAMI, se coordinaron las consultas a la Dirección General de Sostenibilidad Pesquera de PRODUCE para solicitar la información referida a la producción anual de productos hidrobiológicos.

El archivo de la data recopilada y procesada ha sido digital, esto implicó la digitalización de documentos físicos recibidos, así como el vaciado de los datos contenidos en ellos en la planilla de cálculo. Como resultado final, se cuenta con un archivo con las fuentes de información utilizadas y con nombres estandarizados. Los documentos de sustento del dato de actividad se encuentran en el archivo digital del presente RAGEI y también se referencian en las planillas de cálculo del RAGEI.

La DGAAMI de PRODUCE es la encargada de recopilar, sistematizar y archivar la información utilizada para la elaboración de los RAGEI en el marco del INFOCARBONO. Una vez recopilada y procesada, la información se archiva en archivos digitales la misma que se encuentra ordenada bajo la siguiente estructura: i) Informe, ii) Planilla de cálculo, y iii) Documentos de soporte, a fin de facilitar la carga de la información disponible en la página web del INFOCARBONO.

### **3.3. Control de calidad y garantía de la calidad del RAGEI**

Para la elaboración del RAGEI 2016, la DGAAMI ha tomado en consideración los procedimientos generales de control de calidad dispuestos en el Capítulo 6 de las Directrices del IPCC de 2006, que incluyen chequeos generales relativos a los cálculos, procesamiento de la data y documentación que son aplicables a todas las categorías de un inventario de GEI. De este proceso se resalta la implementación de acciones de revisión de la información de entrada utilizada (consistencia, referencia apropiada, entre otros).

Asimismo, el RAGEI 2016 fue sometido al control y garantía de la calidad por expertos internacionales, quienes formularon hallazgos y recomendaciones. La resolución de los hallazgos y las recomendaciones se describen en la sección 5.2 del presente reporte.

## 4. METODOLOGÍA APLICADA

### 4.1 Metodología para el cálculo de emisiones de GEI

Las emisiones generadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, han sido estimadas aplicando el método de nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

La siguiente tabla describe las emisiones de GEI estimadas en el RAGEI 2016.

**Tabla N° 2. Gases estimados en el RAGEI 216**

Codificación		Descripción	Categorización IPCC (Directrices del IPCC de 2006)	Gases GEI y precursores	GEI estimados en el RAGEI 2016
4		<b>Desechos</b>	<b>Sector</b>		
	4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Categoría		
	4D2	Tratamiento y Eliminación de Aguas residuales industriales	Subcategoría	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

### 4.2 Metodología para el análisis de incertidumbre

Las estimaciones de la incertidumbre facilitan la priorización de los esfuerzos y asignación de los recursos en el proceso de mejorar la calidad (exactitud) de los RAGEI en el futuro y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología. Asimismo, permiten que los usuarios estimen los rangos de emisiones asociados a la presente subcategoría, y comprendan la fiabilidad de la estimación total y de sus componentes.

El análisis de incertidumbre se ha realizado aplicando el método 1 descrito en las Directrices del IPCC de 2006. Este método consiste en la estimación de las incertidumbres usando la ecuación de propagación de errores mediante reglas de combinación. Se obtiene una estimación del nivel de incertidumbre combinada (factores de emisión y datos de actividad) para la subcategoría y la incertidumbre de la tendencia entre el año de análisis y el año base, que en el presente caso son el 2016 y el 2000<sup>2</sup>, respectivamente.

Para determinar la incertidumbre de los factores de emisión y de los datos de actividad se utilizaron los valores por defecto recomendados por las Directrices del IPCC de 2006.

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada del total de emisiones de la subcategoría de tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales en el año 2016 es igual a  $\pm 118.43\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones de esta subcategoría es igual a  $\pm 380.63\%$ . En la sección 5.1.4 se describe con mayor detalle el análisis de incertidumbre realizado y sus resultados.

<sup>2</sup> El año base ha sido establecido en el marco del INGEI 2016 para todos los sectores

### 4.3 Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal

Para la estimación de las emisiones de GEI del año 2016 y el recálculo de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994 se ha aplicado la misma metodología y fuente de información.

Para lograr la consistencia de las estimaciones y completar los datos faltantes en la serie temporal se han aplicado las siguientes técnicas de empalme de las Directrices del IPCC de 2006:

- **Interpolación<sup>3</sup>** que se utiliza siempre que se vea que existe una tendencia estable en la serie y cuando se prevé que los datos a estimar tendrán un comportamiento similar.
- **Datos subrogados<sup>4</sup>** el cual relaciona los datos a estimar con el dato subyacente o el inmediato disponible, se utiliza para simular una tendencia cuando no existe una clara, para el caso de aguas residuales domésticas se puede utilizar a la población como proxi.
- **Técnica de empalme por datos sustitutos<sup>5</sup>** que vincula emisiones o absorciones con actividades subyacentes u otros datos indicativos, es decir se usan los cambios en estos datos para simular la tendencia de las emisiones o absorciones. Se utiliza cuando se tiene vacíos de una variable de actividad donde su estimación se realiza a partir de otra serie con la cual tiene una relación física o teórica entre variables.

---

<sup>3</sup> Directrices del IPCC de 2006. Volumen 1. Orientación General y reportes Capítulo 5. Consistencia de la serie temporal. Sección 5.3.3.3 Pág. 5.11. Disponible en [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_5\\_Ch5\\_Timeseries.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_5_Ch5_Timeseries.pdf)

<sup>4</sup> Directrices del IPCC de 2006. Volumen 1. Orientación General y reportes Capítulo 5. Consistencia de la serie temporal. Sección 5.3.3.2 Pág. 5.10. Disponible en [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_5\\_Ch5\\_Timeseries.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_5_Ch5_Timeseries.pdf)

<sup>5</sup> Directrices del IPCC de 2006. Volumen 1. Orientación General y reportes Capítulo 5. Consistencia de la serie temporal. Sección 5.3.3.2 Pág. 5.9. Disponible en [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_5\\_Ch5\\_Timeseries.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_5_Ch5_Timeseries.pdf)

## 5. RESULTADO SUBCATEGORÍA DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, la subcategoría 4D2 “Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales”, pertenece a la categoría denominada “Tratamiento y Eliminación de aguas residuales” (4D) del sector Desechos (4).

Las emisiones del año 2016 se han estimado en 33.11 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 695.23 Gg CO<sub>2</sub>eq, la misma que se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3. Resultados de las estimaciones de emisiones de la subcategoría 4D2**

Categorías	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	(*) GgCO <sub>2</sub> eq
	(Gg)							
<b>4 DESECHOS</b>								
<b>4A Eliminación de Desechos Sólidos</b>								
<b>4B Tratamiento Biológico de Desechos Sólidos</b>								
<b>4C Incineración e incineración abierta de desechos sólidos</b>								
<b>4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>		33.11	NA	NA	NA	NA	NA	695.23
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		33.11	NA	NA	NA	NA	NA	695.23

Fuente de formato: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 1, Capítulo 8, Anexo 8.A2. Tabla 4. Pág. T52

NA: No Aplica

(\*) Columna adicional al formato de reporte de las Directrices del IPCC de 2006 con fines de comparabilidad con el INGEI.

### 5.1. Subcategoría 4D2: Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales

El alcance de esta subcategoría considera las emisiones de metano que provienen del tratamiento de aguas residuales industriales con significativo contenido de material orgánico y pueden dar origen a emisiones de metano en condiciones anaerobias. Cabe indicar, que los efluentes pueden ser tratados in situ o liberados en las redes de alcantarillado de las aguas residuales domésticas. Si los efluentes industriales se liberan en esas redes, sus emisiones deberán analizarse junto con las de las aguas residuales domésticas. Es posible que una fracción importante de los efluentes industriales se descargue en el alcantarillado urbano para su tratamiento o disposición junto con las aguas residuales domésticas. Sin embargo, se estimaron las emisiones de esta subcategoría 4D2 pese a que no se conoce la cantidad de industrias que poseen plantas de tratamiento *insitu*. Esto se ha realizado para facilitar la mejora futura del inventario, ya que se fomenta la obtención de información por parte de las diferentes industrias.

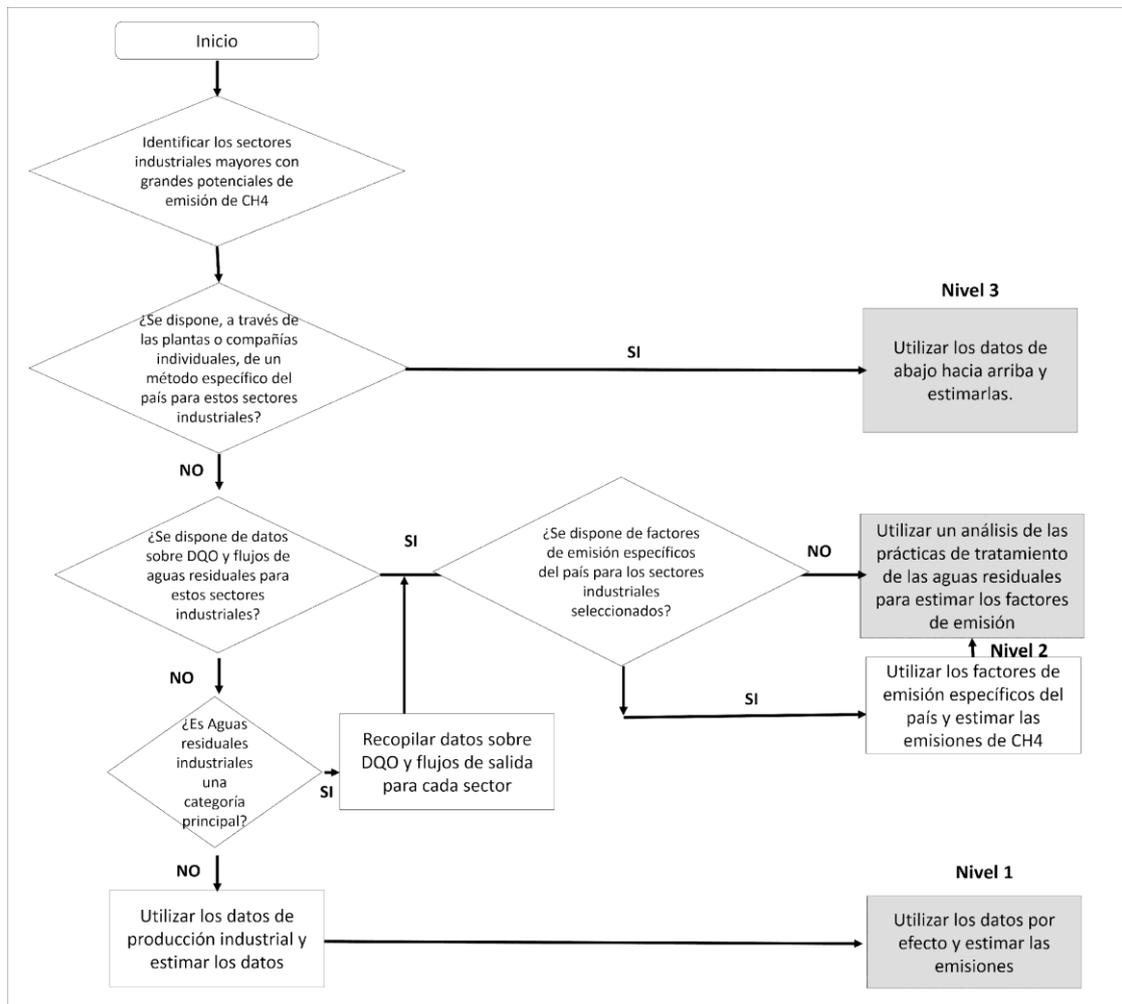
Dado que no se cuenta con información sobre el tratamiento de aguas residuales industriales en las mismas industrias y con el objetivo de realizar una estimación de esta subcategoría, se han realizado supuestos sobre el tratamiento de las aguas residuales industriales. Es así como, se utiliza la información de las aguas residuales domésticas TRATADAS para hacer la aproximación, asumiendo que el tipo de tratamiento empleado para las aguas residuales domésticas es una tecnología conocida y empleada en el país por lo cual las industrias podrían estar implementado estas tecnologías para el tratamiento de sus aguas residuales industriales.

Por lo tanto, esta sección se referirá a la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento *in situ* de las aguas residuales industriales<sup>6</sup>. Según los niveles de producción y la carga orgánica en cada tipo de industria se generan efluentes de distintos volúmenes y niveles de DQO, los que condicionan la mayor o menor generación de emisiones. La metodología aplicada para estimar las emisiones se detalla a continuación.

**5.1.1. Método de cálculo**

La siguiente figura presenta el árbol de decisión aplicable a las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales establecido en las Directrices del IPCC de 2006.

**Figura N° 2. Árbol de decisión para las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales**



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Pág. 6.21.

<sup>6</sup> Esta subcategoría también incluye los lodos orgánicos industriales, pero esta actividad se ha considerado nula la separación de lodos y por lo tanto la estimación para lodos no se aplica.

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- A nivel nacional no existe información sobre el tratamiento de aguas residuales industriales en cada industria que permita determinar de forma confiable la generación de efluentes o la carga orgánica de las industrias.
- Las emisiones de esta subcategoría no son consideradas principales.

Por lo anterior, el árbol de decisiones sugiere utilizar los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y estimar las emisiones de metano con el método del Nivel 1. Ver Tabla N° 4.

**Tabla N° 4. Nivel metodológico aplicado para las emisiones de CH<sub>4</sub> - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Clasificación	Fuente de emisión	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Tier/nivel
4D2	Aguas Residuales Industriales	Producción industrial por rubro de producción.	Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria	1
			Producción industrial según tipo de industria del Subsector Pesca y Acuicultura	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Los pasos para estimar las emisiones de metano se describen a continuación:

**Paso 1: Estimar el total de carbono orgánico degradable en las aguas residuales industriales (TOW)** Para ello se utiliza la ecuación 6.6 de las Directrices del IPCC de 2006:

**Ecuación 6.6. Materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales**

$$TOW_i = P_i \times W_i \times DQO_i$$

**Donde:**

- TOW = Total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario, kg. de DQO/año.
- i = sector industrial.
- P<sub>i</sub> = producto industrial total del sector industrial i, t/año.
- W<sub>i</sub> = aguas residuales generadas, m<sup>3</sup>/t<sub>producto</sub>
- DQO<sub>i</sub> = demanda química de oxígeno (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales), kg DQO/m<sup>3</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Ecuación 6.6, Pág. 6.22.

El TOW muestra la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales industriales. Este parámetro depende de la producción industrial P (toneladas/año), de la generación de las aguas residuales W (m<sup>3</sup>/tonelada de producto) y de la DQO (kg DQO/m<sup>3</sup>).

Para proceder con el cálculo del TOW, en primer lugar, se debe identificar a los sectores industriales que generan aguas residuales con contenido de carbono orgánico y aprovechar esa identificación para indagar sobre las sustancias degradables presentes en las aguas residuales industriales, el volumen de esta generación y el tipo de tratamiento realizado insitu.

Para la estimación del TOW del presente RAGEI, la DGAAMI – PRODUCE, únicamente contó con información de la producción industrial por rubros de producción en diversas unidades las cuales fueron convertidas a toneladas por año utilizando diversos factores de conversión. El

resto de información requerida no fue obtenida por lo que se utilizó los valores por defecto dados por las Directrices del IPCC de 2006.

**Paso 2: Calcular el factor de emisión utilizando la capacidad máxima de producción de metano y el factor de corrección de metano específico para cada tipo de tratamiento en cada rubro industrial identificado.**

Se utiliza la ecuación 6.5 de las Directrices del IPCC de 2006.

**Ecuación 6.5. Factor de emisión de CH<sub>4</sub> para las aguas residuales industriales**

$$EF_j = B_o \times MCF_j$$

**Donde:**

*EF<sub>j</sub>* = Factor de emisión para tipo de tratamiento y/o eliminación, kg CH<sub>4</sub>/kg DQO

*B<sub>o</sub>* = Capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>, kg CH<sub>4</sub>/kg DQO

*MCF<sub>j</sub>* = factor de corrección para el metano (fracción) (tomado de la Tabla N°13).

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Ecuación 6.5, Pág. 6.23.

Las Directrices del IPCC de 2006 instan a los países a emplear valores específicos del país y propios de las industrias para la estimación del factor de emisión. Sin embargo, al no darse ese caso en Perú, se opta por utilizar el valor por defecto de la capacidad máxima de producción de metano como 0.25 kg CH<sub>4</sub>/kg DQO y asignar un valor de factor de corrección de metano dado por la Directrices del IPCC de 2006 de acuerdo con el tipo de tratamiento realizado en cada rubro de producción.

**Paso 3: Estimar las emisiones de metano, ajustando la ecuación en caso exista separación de lodos y recuperación de metano.**

Estas emisiones se calculan con la ecuación 6.4 de las Directrices del IPCC de 2006:

**Ecuación 6.4. Emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales**

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i \cdot R_i]$$

**Donde:**

Emisiones de CH<sub>4</sub> = Emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario, kg. de CH<sub>4</sub>/año

TOW = Total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario, kg. de DQO/año

i = sector industrial

S<sub>i</sub> = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de DQO/año

EF<sub>A</sub> = factor de emisión para la industria i, kg. de CH<sub>4</sub>/kg. de DQO por tipo de tratamiento y/o eliminación utilizado(s) en el año del inventario

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Ecuación 6.4, Pág. 6.22.

### 5.1.2. Datos de actividad

Como se indica en la siguiente tabla, los datos nacionales utilizados en el RAGEI 2016 para caracterizar el dato de actividad (Producción industrial según tipo de industria) se obtienen de información de dos subsectores del sector productivo: 1) Subsector MYPE e Industria<sup>7</sup> y 2)

<sup>7</sup> La información se obtuvo de la Oficina General de Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017) a través del listado Principales líneas de productos según clase CIU, que posteriormente serían publicada en el Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno.

Subsector Pesca y Acuicultura<sup>8</sup>. Estos datos nacionales han sido obtenidos a partir de las estadísticas nacionales que registra el Ministerio de la Producción<sup>9</sup>.

La identificación de industrias principales que recomienda las Directrices del IPCC de 2006 se realizó en función de la información disponible, abordando los siguientes rubros: Refinado de alcohol, malta y cerveza, productos lácteos, procesamiento del pescado, carnes y aves, sustancias químicas orgánicas, refinerías de petróleo, pulpa y papel (combinados), jabón y detergentes, refinación del azúcar, aceites vegetales, verduras, frutas y zumos y vino y vinagre.

A cada producto de los rubros mencionados se asignó el tipo de industria según las clases descritas en las Directrices del IPCC de 2006<sup>10</sup>. Esta correspondencia se encuentra en la carpeta “Tablas de homologación” que forma parte de los documentos de soporte para la elaboración del presente RAGEI.

### 5.1.2.1. Datos de actividad del subsector productivo Industria y PYME

La siguiente tabla describe la información utilizada para caracterizar al subsector productivo Industria y PYME.

**Tabla N° 5. Descripción del dato de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2016, subsector MYPE e Industria – Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Clasificación	Fuente de emisión	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4D2	Aguas residuales industriales	Producción industrial para cada industria, toneladas anuales.	Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria.	Masa (Toneladas, Kilogramos), /Volumen (Litros, Galones, Barriles).	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017). Principales líneas de productos según clase CIU.	El dato nacional es convertido a masa, para luego multiplicarlo por los valores por defecto de generación de efluentes y DQO del IPCC en las Directrices del IPCC de 2006 para obtener el TOW.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Cabe resaltar que, para estimar las emisiones de la serie temporal se utilizó información de producción de años anteriores teniendo como fuente lo siguiente:

- Para el año 2000 - Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.
- Para el año 2005 y 2010 - Ministerio de la Producción. (2013). Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial. Obtenido de Ministerio de la Producción:

<sup>8</sup> La información se obtuvo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE mediante el listado de procesamiento de recursos hidrobiológicos, que posteriormente sería publicada en el Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura.

<sup>9</sup> Para el caso del RAGEI 2016, se utilizó información de Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) y la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA).

<sup>10</sup> Estas clases corresponden a las presentadas en el cuadro 6.9 del Capítulo 5 de las Directrices del IPCC de 2006, que presenta los datos por defecto para los efluentes por tipo de industria.

<http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-2012.pdf>

- Para el año 2012 y 2014 - Ministerio de la Producción. (2016). Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de MYPE e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf>

La información de producción industrial relacionada a los años faltantes de la serie del 2000 al 2016, se realizó utilizando el método de interpolación.

La información de producción industrial de los años 1994 a 1999 se estimó aplicando el método de empalme de datos sustitutos, utilizando la serie del PBI de los mismos años.

La fuente de información utilizada para la estimación de las emisiones del 2016 fue la producción de las principales líneas de productos según clase CIU del año 2016, la cual fue proporcionada por la OGEIEE de PRODUCE. Luego de la revisión, homologación y priorización, la información que se utiliza para la estimación se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla N° 6. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Dato Nacional	Unidad	Valor	Fuente de información
<b>Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria:</b>			
Carnes ahumadas	Kg (KG)	1,826,000.00	Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) del PRODUCE (2017). Principales líneas de productos según clase CIU
Chorizos	Kg (KG)	6,357,000.00	
Hot dog - salchichas	Kg (KG)	27,297,300.00	
Jamón	Kg (KG)	7,045,400.00	
Jamonada	Kg (KG)	11,690,000.00	
Paté	Kg (KG)	891,400.00	
Carne de Ave Beneficiada	t (TM)	1,513,960.00	
Carne de caprino beneficiada	t (TM)	5,820.00	
Carne de porcino beneficiada	t (TM)	153,090.00	
Carne de Vacuno Beneficiada	t (TM)	190,970.00	
Carne de llama beneficiada	t (TM)	3,970.00	
Carne de ovino beneficiada	t (TM)	33,950.00	
Carne de alpaca beneficiada	t (TM)	12,430.00	
Espárragos Congelados	Kg (KG)	9,177,000.00	
Espárragos en conserva	Kg (KG)	17,888,000.00	
Alcachofa	Kg (KG)	25,133,155.80	
Jugos y néctares	Kg (KG)	274,576,077.27	
Pimiento (conserva, deshidratado)	Kg (KG)	40,663,872.18	
Mango (congelado, conserva)	Kg (KG)	17,557,527.10	
Manteca diversas	t (TM)	80,234.00	
Margarina	t (TM)	18,923.30	
Aceite vegetal	t (TM)	294,752.00	
Leche Evaporada	t (TM)	481,932.99	
Yogurt	Kg (KG)	196,795,713.75	
Leche fresca (pasteurizada)	Kg (KG)	131,228,635.01	
Helados	Kg (KG)	1,477,610.87	
Quesos maduros	Kg (KG)	5,604,813.23	
Quesos frescos	Kg (KG)	3,240,666.90	
Mantequilla	Kg (KG)	4,160,026.76	
Crema de leche	L (LT)	38,083,017.21	
Azúcar	t (TM)	1,143,793.35	

Dato Nacional	Unidad	Valor	Fuente de información
Piscos	L (LT)	4,190,897.35	
Vinos	L (LT)	11,135,485.88	
Cerveza blanca	L (LT)	1,360,119,923.45	
Bebidas gaseosas	L (LT)	1,956,647,409.13	
Refrescos (líquido)	L (LT)	117,691,715.37	
Bebidas hidratantes	L (LT)	165,272,622.21	
Papel corrugado	t (TM)	48,147.15	
Cartones diversos	t (TM)	92,238.75	
Papel higiénico	t (TM)	169,171.94	
Papel Bond	t (TM)	31,957.46	
Servilleta	t (TM)	13,872.06	
Papel toalla	t (TM)	27,981.61	
Papeles diversos	t (TM)	53,553.30	
Cartulina	CTO	141,631.40	
Petróleo (Diesel)	BL	34,755,425.99	
Petróleo industrial	GL	342,238,171.36	
Alcohol etílico	L (LT)	50,013,027.70	
Acetileno	Kg (KG)	419,917.40	
Detergente	Kg (KG)	197,308,352.04	
Jabón para Lavar Ropa	Kg (KG)	35,303,017.84	
Lavavajillas	Kg (KG)	36,545,374.82	
Desengrasante	L (LT)	254,085.88	
Limpiador	L (LT)	22,959,431.67	
Shampoo	L (LT)	1,889,645.05	
Jabón de Tocador	LT	16,983,514.21	

NOTA  
Las abreviaciones de las unidades de los datos nacionales pueden variar en escritura dependiendo de la fuente de información, aquí las equivalencias:  
Kg = KG = Kilogramo  
L = LT = Litro  
t = TM = Toneladas (métricas)  
CTO = ciento  
BL = Barril  
GL = Galón

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

### 5.1.2.2. Datos de actividad del subsector productivo pesca y acuicultura

La siguiente tabla describe la información utilizada para caracterizar al subsector pesca y acuicultura.

**Tabla N° 7. Descripción del dato de actividad utilizado y los datos nacionales utilizados en la estimación del año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Clasificación	Fuente de emisión	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4D2	Aguas Residuales Industriales	Producción industrial para cada industria, toneladas anuales.	Producción industrial según tipo de industria del Subsector Pesca y Acuicultura.	Masa (Toneladas)	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE (2017). Procesamiento de recursos hidrobiológicos marítimos y continentales por utilización.	El dato nacional es convertido a masa dependiendo de la unidad en que se encuentre disponible, para luego multiplicarlo por los valores por defecto de generación de efluentes y DQO del IPCC en las Directrices del IPCC de 2006 para obtener el TOW.

Fuente: Elaboración propia (DGSP - PRODUCE)

La información utilizada para la estimación de las emisiones del 2016 fue el procesamiento de recursos hidrobiológicos marítimos y continentales, el cual fue proporcionado por la DGAAMPA del PRODUCE. Dicho procesamiento, consideró la producción de enlatado, congelado, curado y harina de pescado, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 8. Valores de los datos nacionales utilizados para el año 2016, subsector Pesca y Acuicultura - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Dato Nacional	Unidad	Valor	Fuente de información
<b>Producción industrial según tipo de industria del Subsector Pesca y Acuicultura:</b>			
Producción de Enlatado	t (TMB)	57.55	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE (2017). Procesamiento de recursos hidrobiológicos marítimos y continentales por utilización.
Producción de Congelado	t (TMB)	288.23	
Producción de Curado	t (TMB)	28.52	
Producción de Harina	t (TMB)	653.05	
Producción de Aceite crudo	t (TMB)	103.02	
NOTA Las abreviaciones de las unidades de los datos nacionales pueden variar en escritura dependiendo de la fuente de información, aquí las equivalencias: t = TMB = Toneladas Métricas Brutas = toneladas			

Fuente: Elaboración propia (DGSP - PRODUCE)

Cabe resaltar que, para estimar las emisiones de la serie temporal se utilizó las siguientes fuentes de información:

- Para el año 2000: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://series.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>

- Para el año 2005 y 2010: Ministerio de la Producción. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima: Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero del Viceministerio de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
- Para el año 2012 y 2014: Ministerio de la Producción. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima: Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero del Viceministerio de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>

La información de producción de pesca y acuicultura relacionada a los años de la serie anual del 2000 al 2016, se realizó utilizando el método de interpolación.

La información de producción de pesca y acuicultura de los años 1994 a 1999 se estimó aplicando el método de empalme de datos sustitutos, utilizando la serie del PBI de los mismos años.

### 5.1.2.3. Datos de actividad relacionados al tipo de tratamiento de aguas residuales industriales

Otro dato de actividad es el tipo de tratamiento de aguas residuales que reciben los efluentes industriales in situ, previo a su vertimiento como se muestra a continuación:

**Tabla N° 9. Descripción del dato de actividad utilizado y el dato nacional utilizado en la estimación del año 2016 - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Clasificación	Fuente de emisión	Dato de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información
4D2	Aguas residuales industriales	Tipos de tratamiento	Tipo de tratamiento de las aguas residuales industriales previos a su vertimiento al cuerpo de agua natural	-	Informes técnicos sobre autorización de vertimientos otorgado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Para estimar el contenido orgánico degradable en el agua

Fuente: Elaboración propia (DGSP - PRODUCE)

Para el presente RAGEI, se obtuvo información sobre el tipo de tratamiento de las aguas residuales industriales de seis de los trece rubros industriales, teniendo como fuente a los archivos primigenios de solicitud de autorización de vertimiento de aguas residuales industriales a cuerpos naturales de agua. Estas solicitudes las realizan ciertas industrias a la ANA para cumplir con la normativa ambiental nacional.

**Tabla N° 10. Tipos de tratamientos de aguas residuales industriales identificados**

Rubro de producción	Tipo de tratamiento de acuerdo con la ANA
Refinado de alcohol	Se desconoce
Malta y cerveza	Tratamiento biológico
Carnes y Aves	Tratamiento biológico
Hortalizas, frutas y jugos	Se desconoce
Aceites vegetales	Tratamiento biológico
Productos lácteos	Tratamiento biológico
Refinación de azúcar	Se desconoce

Rubro de producción	Tipo de tratamiento de acuerdo con la ANA
Vinos y vinagres	Se desconoce
Pulpa y papel (combinados)	Físico químico
Refinerías de petróleo	Se desconoce
Sustancias químicas orgánicas	Se desconoce
Jabón y detergentes	Se desconoce
Elaboración de pescado	Físico químico

Fuente: Elaboración propia en base a los informes técnicos sobre autorización de vertimientos otorgado por la ANA

### 5.1.3. Factores de emisión y conversión

Los factores utilizados para el cálculo del factor de emisión son: la capacidad máxima de producción de metano ( $B_0$ ) y el FCM de cada rubro de producción relacionado a su tipo de tratamiento de aguas residuales industriales. Debido a que esta información no se encuentra disponible en el país, se han utilizado los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

**Tabla N° 11. Valores de los factores de emisión y de conversión utilizados - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Factor de emisión	Valor	Unidad	Calculado (C) / Por Defecto (D)	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de corrección de metano - FCM	Varios	fracción	D	Cuando no se dispone de datos específicos del país, se puede utilizar este valor por defecto, sobre la base de un cálculo teórico, las Directrices del IPCC. Directrices del IPCC de 2006 Volumen 5, Capítulo 6, Tabla 6.8, Pág. 6.23.
Capacidad máxima de producción de metano - $B_0$	0.25	kg CH <sub>4</sub> /kg CD	D	Cuando no se dispone de datos específicos del país, se puede utilizar este valor por defecto, sobre la base de un cálculo teórico, las Directrices del IPCC. Directrices del IPCC de 2006 Volumen 5, Capítulo 6, Tabla 6.8, Pág. 6.23. Valor por defecto $B_0=0.25$ kg CH <sub>4</sub> /kgCOD
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	varios )	Kg DQO/m <sup>3</sup> agua residual	D	Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Volumen 5, Capítulo 6, Tabla 6.9, Pág. 6.25.
Agua residual generada (W)	varios	m <sup>3</sup> /tonelada de producto	D	Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Volumen 5, Capítulo 6, Tabla 6.9, Pág. 6.25.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

El FCM asociado a los tipos de tratamientos identificados para este reporte se tomó de la siguiente tabla.

**Tabla N° 12. Valores de FCM por defecto para las aguas residuales industriales**

Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	FCM*	Intervalo
<b>No tratadas</b>			
Eliminación en río, lago y mar	Los ríos con altas cargas de orgánicos pueden volverse anaeróbicos, pero esta situación no se considera aquí.	0,1	0 – 0,2
<b>Tratadas</b>			
Planta de tratamiento aeróbico	Debe ser bien gestionada. Puede emitir algo de CH <sub>4</sub> desde las cuencas	0	0 – 0,1

Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	FCM*	Intervalo
	de decantación y otros tanques.		
Planta de tratamiento aeróbico	Gestión deficiente. Sobrecargada	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH <sub>4</sub> .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico (e. ej., UASB Reactor de membrana fija)	Aquí no se considera la recuperación de CH <sub>4</sub> .	0,8	0,8 – 1,0
Laguna anaeróbica poco profunda	Profundidad de menos de 2 metros, recurrir al dictamen de expertos.	0,2	0 – 0,3
Laguna anaeróbica profunda	Profundidad de más de 2 metros	0,8	0,8 – 1,0
* Basado en dictamen de expertos realizado por los autores principales de esta sección			

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.8, Pág. 6.23.

Para aquellos rubros industriales donde se desconoce el tipo de tratamiento (siete rubros), se estimó el Factor de Corrección de Metano de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales domésticas empleadas en el país, asumiendo de que es probable que las industrias hayan implementado este tipo de tecnologías en sus instalaciones por ser conocidas a nivel nacional. Es así como, a todos los rubros donde se desconoce los tipos de tratamientos, se les atribuyó el factor de emisión medio calculado.

**Tabla N° 13. Estimación del Factor de emisión de metano medio**

Año	FCM medio	Capacidad máxima de producción de CH <sub>4</sub> (kg. de CH <sub>4</sub> /kg. de DBO)	Factor de emisión medio (kg CH <sub>4</sub> /kg COD)
2016	0.222	0.25	0.06

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

La siguiente tabla muestra los factores de emisión asignados a cada rubro industrial. Para el caso de los tipos de tratamiento que indican tratamiento físico-químico se le asignó el FE de 0.03 kg CH<sub>4</sub>/kg DQO correspondiente al vertimiento a río, lago o mar. Para aquellos que indicaron tratamiento biológico se les asignó el FE de 0.08 kg CH<sub>4</sub>/kg DQO correspondiente a las plantas de tratamiento centralizado aeróbico – gestión deficiente. Finalmente, para aquellos rubros donde se desconoce los tipos de tratamiento, se les asignó el FE medio estimado previamente.

Los FCM aplicados para la estimación se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 14. Valores de FCM por defecto para las aguas residuales industriales**

Rubro	Tipo de tratamiento	Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /kg DQO)
Refinado de alcohol	Se desconoce	0.06
Malta y cerveza	Tratamiento biológico	0.08
Carnes y Aves	Tratamiento biológico	0.08
Hortalizas, frutas y jugos	Se desconoce	0.06
Aceites vegetales	Tratamiento biológico	0.08
Productos lácteos	Tratamiento biológico	0.08
Refinación de azúcar	Se desconoce	0.06
Vinos y vinagres	Se desconoce	0.06
Pulpa y papel (combinados)	Físico químico	0.03
Refinerías de petróleo	Se desconoce	0.06

Rubro	Tipo de tratamiento	Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /kg DQO)
Sustancias químicas orgánicas	Se desconoce	0.06
Jabón y detergentes	Se desconoce	0.06
Elaboración de pescado	Físico químico	0.03

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

Por otro lado, para obtener datos de producción en masa, en algunos casos se tuvo que convertir unidades de volumen a masa utilizando las densidades que se describen en la siguiente tabla:

**Tabla N° 15. Densidades utilizadas para obtener la producción industrial - Subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Descripción	Valor	Unidad	Fuente de información
Densidad del agua (utilizada cuando se desconoce la densidad del líquido)	1	kg/l	Fuente: <a href="http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/2010_informe_final_vinos.pdf">http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/2010_informe_final_vinos.pdf</a> (página 7)
Densidad del vino	996.5	g/l	Fuente: <a href="http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/2010_informe_final_vinos.pdf">http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/2010_informe_final_vinos.pdf</a> (página 7)
Densidad de cerveza (gravedad específica)	1.05	g/cm <sup>3</sup>	Fuente: <a href="https://www.morebeer.com/brewingtechniques/library/backissues/issue1.3/manning.html">https://www.morebeer.com/brewingtechniques/library/backissues/issue1.3/manning.html</a>
Densidad del etanol	789	g/l	Fuente: <a href="http://www.inchem.org/documents/sids/sids/64175.pdf">http://www.inchem.org/documents/sids/sids/64175.pdf</a> (página 150)
Densidad del petróleo (diésel)	0.00000314	Gg/gal	Fuente: Estimado en base a los reportes de REPSOL y PETROPERÚ para el RAGEI del Ministerio de Energía y Minas
Densidad del petróleo industrial	0.00000373	Gg/gal	Fuente: Estimado en base a los reportes de REPSOL y PETROPERÚ para el RAGEI del Ministerio de Energía y Minas

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Cuando no se pudo obtener un valor específico de densidad para el producto, se aplicó la conversión con la densidad del agua, sin embargo, es importante tener en cuenta que esto afecta la exactitud del resultado y que lo deseable es tener densidades por producto y mejor aún si provienen de fuentes de información nacionales.

Finalmente, al no contar con información de fuentes primarias de cantidad de aguas residuales industriales generadas por tipo de industria y su DQO característico, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 16. Datos sobre aguas residuales industriales**

Tipo de industria	Generación de aguas residuales W	Intervalo para W	DQO	Intervalo de DQO
	(m <sup>3</sup> /tonelada)	(m <sup>3</sup> /tonelada)	(kg./m <sup>3</sup> )	(kg./m <sup>3</sup> )
Refinado de alcohol	24	16 – 32	11	5 – 22
Malta y cerveza	6,3	5,0 – 9,0	2,9	2 – 7
Café	ND	ND –	9	3 – 15
Productos lácteos	7	3 – 10	2,7	1,5 – 5,2
Procesamiento del pescado	ND	8 – 18	2,5	
Carnes y aves	13	8 – 18	4,1	2 – 7
Sustancias químicas orgánicas	67	0 – 400	3	0,8 – 5

Tipo de industria	Generación de aguas residuales W	Intervalo para W	DQO	Intervalo de DQO
	(m <sup>3</sup> /tonelada)	(m <sup>3</sup> /tonelada)	(kg./m <sup>3</sup> )	(kg./m <sup>3</sup> )
Refinerías de petróleo	0,6	0,3 – 1,2	1,0	0,4 – 1,6
Plásticos y resinas	0,6	0,3 – 1,2	3,7	0,8 – 5
Pulpa y papel (combinados)	162	85 – 240	9	1 – 15
Jabón y detergentes	ND	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
Producción de almidón	9	4 – 18	10	1,5 – 42
Refinación del azúcar	ND	4 – 18	3,2	1 – 6
Aceites vegetales	3,1	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
Verduras, frutas y zumos	20	7 – 35	5,0	2 – 10
Vino y vinagre	23	11 – 46	1,5	0,7 – 3,0

Notas: ND = No Disponible.  
Fuente: Doorn *et al.* (1997).

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.9, Pág. 6.22.

Cabe señalar, que los diferentes parámetros señalados en esta sección se han mantenido constante para toda la serie anual del 1994 – 2016, dado que no se obtuvo información adicional que indique alguna variación a lo largo del tiempo.

Finalmente, para expresar las emisiones de metano en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG)<sup>11</sup> proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla N° 17. PCG utilizado para el Metano**

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995<sup>12</sup>, Tabla 4 Pág. 22. Tiempo de horizonte de 100 años.

#### 5.1.4. Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre de la subcategoría Aguas Residuales Industriales se ha realizado aplicando el método 1 para la estimación de incertidumbre propuesto por las Directrices del IPCC de 2006.

Tanto para los datos de actividad y factores de emisión, se han utilizado valores de porcentaje de incertidumbre por defecto, dado que no se ha implementado un procedimiento de juicio de expertos para determinar valores nacionales. A continuación, se presenta los valores por defecto utilizados:

<sup>11</sup> El Potencial de calentamiento global (PCG) compara el forzamiento radiactivo de una tonelada de un gas de efecto invernadero en un período de tiempo dado (p. ej. 100 años) con una tonelada de CO<sub>2</sub>. Directrices del IPCC de 2006, Capítulo 1, p. 1.5.

<sup>12</sup> Disponible en [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_sar\\_wg\\_i\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf)

Tabla N° 18. Valores de incertidumbre para los datos de actividad

Código	Sub categoría	Dato de Actividad	Incertidumbre	Fuente	Comentarios
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Producción industrial	25%	Cuadro 6.10, Directrices del IPCC de 2006	-
		Cantidad de COD / unidad de aguas residuales (COD)	100%	Cuadro 6.10, Directrices del IPCC de 2006 y supuesto	Este valor es referente al "Uso de agua y carga orgánica"
<b>Incertidumbre combinada</b>			<b>103.08%</b>		

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

La incertidumbre de los datos sobre el nivel de actividad está asociada a las incertidumbres de la producción industrial y de la relación de COD por unidad de aguas residuales. Se realizó la combinación de incertidumbre aplicando la Ecuación 3.1 de las Directrices del IPCC de 2006, y se obtuvo un valor de 103.08% para la incertidumbre combinada del dato de actividad de esta sub categoría.

Tabla N° 19. Valores de incertidumbre para los factores de emisión

Código	Sub categoría	Factor de Emisión	Incertidumbre	Fuente
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Capacidad máxima de producción de CH <sub>4</sub> (Bo)	30%	Cuadro 6.10 IPCC 2006
		Factor de corrección para el metano (MCF)	50%	Cuadro 6.7 IPCC 2006
<b>Incertidumbre combinada</b>			<b>58.31%</b>	

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Asimismo, la incertidumbre del factor de emisión se obtuvo de la combinación de las incertidumbres de la capacidad máxima de producción de metano (Bo) y el factor de corrección para el metano (MCF). Se realizó la combinación de incertidumbre y se obtuvo un valor de 58.31% para la incertidumbre combinada del factor de emisión de esta sub categoría.

Los resultados obtenidos indican que la incertidumbre combinada de las emisiones de la subcategoría de aguas residuales industriales en el año 2016 es igual a  $\pm 118.43\%$ , mientras que la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones de esta subcategoría es igual a  $\pm 380.63\%$ , tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 20. Estimación de incertidumbre asociada a las emisiones del RAGEI de Aguas Residuales Industriales**

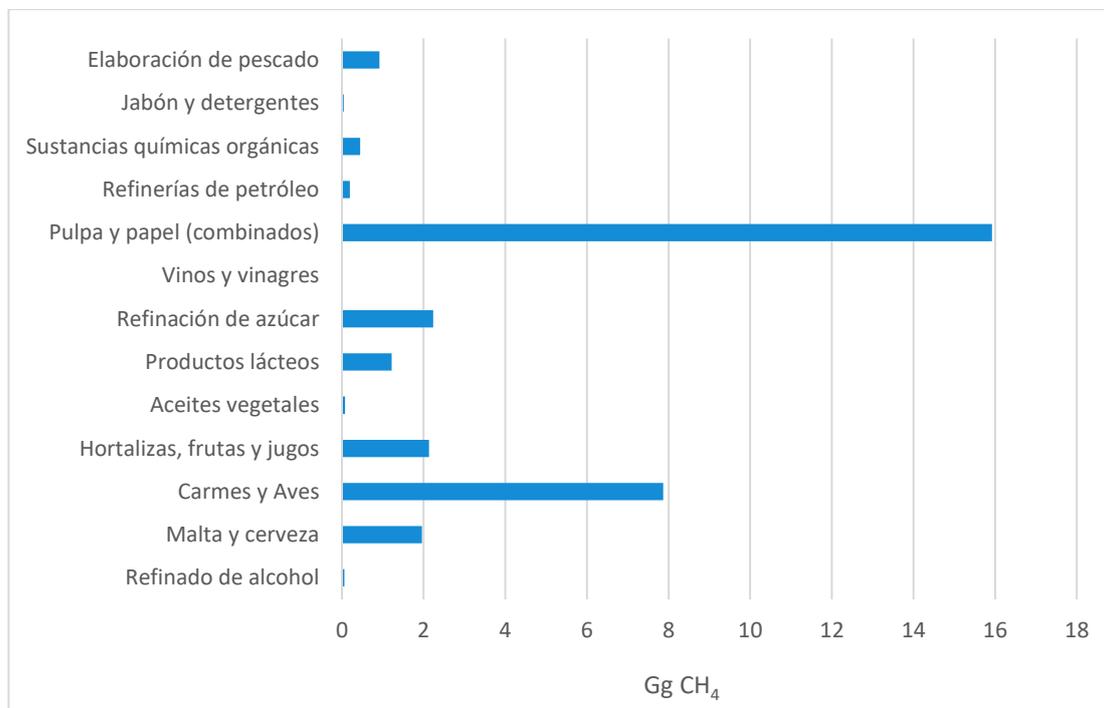
Código de sector y categorías de fuentes	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{E^2 + F^2}$ %	$\sqrt{K^2 + L^2}$ %
4	Desechos					
4D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales					
4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	103.08%	58.31%	± 118.43%	± 380.63%

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

### 5.1.5. Análisis de resultados

Aplicando el método del Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006, en el año 2016 las emisiones de metano generados por el Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales fueron de 33.11 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 695.23 GgCO<sub>2</sub>eq. En la siguiente figura se presenta este resultado en función a los rubros de producción considerados en el presente reporte.

**Figura N° 3. Emisiones de metano en Gg CH<sub>4</sub> de Aguas Residuales Industriales, 2016**

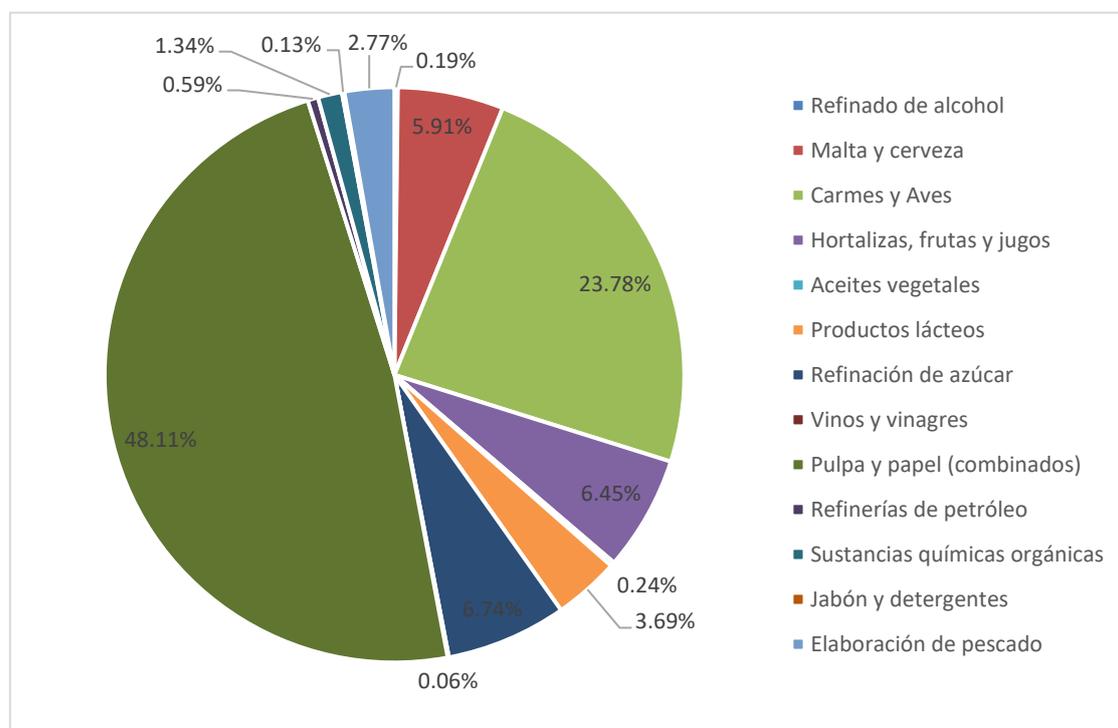


Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

De la figura anterior, se puede observar que la industria con mayor contribución en las emisiones es la industria de papel que participa con el 48.11%. La segunda industria identificada con mayor participación es la correspondiente a la producción de carnes (23.78%),

la tercera es la industria del azúcar (6.74%), la cuarta la industria de las hortalizas, frutas y verduras (6.45%) y la quinta la industria de malta y cervezas (5.91%).

**Figura N° 4. Participación porcentual de las emisiones de metano de la subcategoría de Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales en el año 2016**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

La correspondencia de los productos por rubro de industria con las clases descritas en las Directrices del IPCC de 2006 (aplicado en las tablas de homologación) se describe en la siguiente tabla<sup>13</sup>. Esta correspondencia se aplica en todos los años de la serie temporal del presente RAGEI.

**Tabla N° 21. Correspondencia con clasificación de las Directrices del IPCC de 2006 para la asignación de los valores por defecto – Aguas Residuales Industriales**

Dato Nacional		Clasificación de los valores por defecto (Directrices del IPCC de 2006)
<b>Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria:</b>		
1	Carnes ahumadas	Carnes y aves
2	Chorizos	Carnes y aves
3	Hot dog - salchichas	Carnes y aves
4	Jamón	Carnes y aves
5	Jamonada	Carnes y aves
6	Paté	Carnes y aves
7	Carne de Ave Beneficiada	Carnes y aves
8	Carne de caprino beneficiada	Carnes y aves
9	Carne de porcino beneficiada	Carnes y aves
10	Carne de Vacuno Beneficiada	Carnes y aves

<sup>13</sup> Solo considera indicadores de producción utilizados en la estimación.

Dato Nacional		Clasificación de los valores por defecto (Directrices del IPCC de 2006)
11	Carne de llama beneficiada	Carnes y aves
12	Carne de ovino beneficiada	Carnes y aves
13	Carne de alpaca beneficiada	Carnes y aves
14	Espárragos Congelados	Hortalizas, frutas y jugos
15	Espárragos en conserva (también como conservas de espárragos)	Hortalizas, frutas y jugos
16	Alcachofa	Hortalizas, frutas y jugos
17	Jugos y néctares (también como jugos y refrescos diversos)	Hortalizas, frutas y jugos
18	Pimiento (conserva, deshidratado)	Hortalizas, frutas y jugos
19	Mango (congelado, conserva)	Hortalizas, frutas y jugos
20	Manteca diversas	Aceites vegetales
21	Margarina	Aceites vegetales
22	Aceite vegetal (también como aceites vegetal y compuesto)	Aceites vegetales
23	Leche Evaporada	Productos lácteos
24	Yogurt	Productos lácteos
25	Leche fresca (pasteurizada)	Productos lácteos
26	Helados	Productos lácteos
27	Quesos maduros	Productos lácteos
28	Quesos frescos	Productos lácteos
29	Mantequilla	Productos lácteos
30	Crema de leche	Productos lácteos
31	Azúcar (también como azúcar refinada)	Refinación de azúcar
32	mermeladas de frutas diversas	Hortalizas, frutas y jugos
33	tomate cáctchup / kétchup	Hortalizas, frutas y jugos
34	pasta de tomate	Hortalizas, frutas y jugos
35	quesos	Productos lácteos
36	Piscos	Refinación de alcoholes
37	Vinos (también como vinos y espumantes)	Vinos y vinagres
38	Cerveza blanca	Cerveza y malta
39	Ron	Refinación de alcoholes
40	Cerveza negra	Cerveza y malta
41	Papel corrugado	Pulpa y papel (combinados)
42	Cartones diversos	Pulpa y papel (combinados)
43	Papel higiénico	Pulpa y papel (combinados)
44	Papel Bond (también como papel bond y similares)	Pulpa y papel (combinados)
45	Servilleta	Pulpa y papel (combinados)
46	Papel toalla	Pulpa y papel (combinados)
47	Papeles diversos	Pulpa y papel (combinados)
48	Cartulina	Pulpa y papel (combinados)
49	Papel Kraft y similares	Pulpa y papel (combinados)
50	Cartón liner	Pulpa y papel (combinados)
51	Cartón dúplex	Pulpa y papel (combinados)
52	Cartón corrugado	Pulpa y papel (combinados)
53	Petróleo (Diesel)	Refinarías de petróleo
54	Petróleo industrial	Refinarías de petróleo
55	Petrodiésel 2	Refinarías de petróleo
56	Alcohol etílico (también como alcohol etílico rectificado)	Sustancias químicas orgánicas
57	Acetileno	Sustancias químicas orgánicas
58	Carmín de cochinilla	Sustancias químicas orgánicas
59	Productos de limpieza del hogar en litro	Jabón y detergentes
60	Productos de limpieza del hogar en kilogramo	Jabón y detergentes

Dato Nacional		Clasificación de los valores por defecto (Directrices del IPCC de 2006)
61	Detergente	Jabón y detergentes
62	Jabón para Lavar Ropa	Jabón y detergentes
63	Lavavajillas	Jabón y detergentes
64	Desengrasante	Jabón y detergentes
65	Limpiador	Jabón y detergentes
66	Shampoo (también como champú)	Jabón y detergentes
67	Jabón de Tocador	Jabón y detergentes
<b>Producción industrial según tipo de industria del Subsector MYPE e Industria:</b>		
68	Producción de Enlatado	Elaboración de pescado
69	Producción de Congelado	Elaboración de pescado
70	Producción de Curado	Elaboración de pescado
71	Producción de Harina	Elaboración de pescado
72	Producción de Aceite crudo	Elaboración de pescado

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

La información que se describe en la tabla anterior solo presenta los productos considerados en las estimaciones presentadas en el presente RAGEI. Esta lista es el resultado de la priorización realizada en las tablas de homologación y de la revisión posterior de los datos.

En la siguiente tabla, se incluyen los productos que fueron priorizados en las tablas de homologación, pero que no fueron considerados en la estimación de emisiones debido a alguno de los siguientes motivos: (a) No se considera porque no se cuenta con datos reales de efluentes y su carga orgánica, ni suficientes valores por defecto para la correcta aplicación de las metodologías de cálculo, (b) No se considera porque no se cuenta con factor para convertir el dato a unidades de masa (variable de ingreso de la información en las metodologías de cálculo) o (c) No se considera porque se refiere a consumo y no a producción (y no existe factor de conversión a producción). Estos productos se incluyen en las planillas de cálculo con el fin de hacer transparente el análisis y para cada caso se explica en notas la razón por la cual no fue incluido en las estimaciones.

**Tabla N° 22. Productos no considerados en la estimación de las emisiones – Aguas Residuales Industriales**

Justificación de no considerar el producto y descripción		Clasificación propuesta para la asignación de valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
<i>No se considera porque no se cuenta con datos reales de efluentes y ni de su carga orgánica, ni suficientes valores por defecto para la estimación.</i>		
1	Café (tostado y molido) (también como Café soluble)	Café
2	Alimento balanceado para ave	Alimentos para animales
3	Alimento balanceado para peces - crustáceos	Alimentos para animales
4	Alimento balanceado para mascota	Alimentos para animales
5	Alimento balanceado para ganado (también como alimento balanceado para vacuno)	Alimentos para animales
6	Alimento balanceado para cerdo (también como alimento balanceado para cerdo)	Alimentos para animales
7	dinamita	Explosivos
<i>No se considera porque no se cuenta con factor para convertir el dato a unidades de masa.</i>		
8	Sacos multipliegos	Pulpa y papel (combinados)
9	Cajas de cartón corrugado	Pulpa y papel (combinados)
10	Toallas higiénicas	Pulpa y papel (combinados)

Justificación de no considerar el producto y descripción		Clasificación propuesta para la asignación de valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
11	Pañales tipo calzón	Pulpa y papel (combinados)
12	Producción de llantas (autos, camionetas)	Plásticos y resinas
13	Producción de llantas (tractor y fuera de carretera)	Plásticos y resinas
14	Producción de llantas (camión)	Plásticos y resinas
<i>No se considera porque se refiere a consumo y no a producción. Se identifica para evaluar posibles correlaciones de datos.</i>		
15	Polietileno (Consumo de)	Plásticos y resinas
16	Poliestireno (Consumo de)	Plásticos y resinas
17	Polipropileno (Consumo de)	Plásticos y resinas
18	P V C (Consumo de)	Plásticos y resinas
19	Plastificantes D O P (Consumo de)	Plásticos y resinas
20	Masterbatch (Consumo de)	Plásticos y resinas
21	Resina Pet para Envases (Consumo de)	Plásticos y resinas
22	Sulfato tribásico de plomo (Consumo de)	Plásticos y resinas
23	Polietileno (Consumo de)	Plásticos y resinas
24	Poliestireno (Consumo de)	Plásticos y resinas

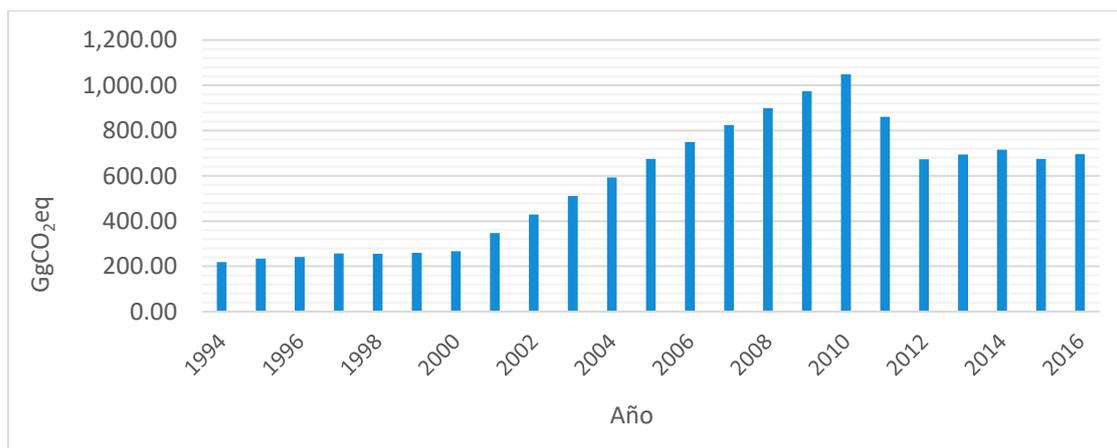
Fuente: Elaboración propia (DGAAMI, PRODUCE)

Para más información y comprensión sobre la actualización de la serie se recomienda revisar las planillas de cálculo, las tablas de homologación y el archivo de fuentes de información del RAGEI.

### 5.1.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la siguiente figura:

**Figura N° 5. Serie temporal de las estimaciones de emisiones de metano derivadas del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales del 2000 - 2016**



Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

Los resultados muestran que las emisiones del sector tienen un comportamiento creciente. Para comprender los factores que afectan las emisiones de este sector es importante analizar la participación de las industrias. A partir de la identificación de las principales industrias, se puede profundizar el análisis sobre cada una de ellas para determinar los factores más importantes que afectan su producción y por ende las emisiones vinculadas. En general, el crecimiento del sector manufactura implicaría también un aumento en las emisiones. Sin

embargo, los factores varían de acuerdo con el tipo de industria, por lo que se espera a futuro mejorar el análisis para las industrias con las emisiones más significativas, como son la industria del papel y la de las carnes.

## **5.2. Control de calidad y garantía de la calidad**

### **5.2.1. Control de calidad**

El país, posee un procedimiento de control de calidad (CC) el cual es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se compila y lo realiza el personal encargado de compilar el inventario.

El procedimiento de CC está diseñado para lo siguiente:

- ✓ hacer controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad;
- ✓ detectar y subsanar errores y omisiones;
- ✓ documentar y archivar el material de los inventarios y registrar todas las actividades de CC.

Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y su reporte. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Así, se pueden diferenciar dos grandes grupos de procedimientos de control de calidad:

- ✓ Procedimientos Generales de CC, que son actividades genéricas aplicables a todas las categorías y enfoques metodológicos.
- ✓ Procedimientos de Categoría Específica, que son actividades de control de calidad más específicas a las categorías analizadas.

El presente RAGEI fue sometido a un proceso de control de calidad con el procedimiento descrito en el Anexo 3. Este procedimiento de control de calidad lo realizó el experto Juan Martín Ortega, revisor de inventarios nacionales para el sector Desechos.

A continuación, se proporcionan los principales hallazgos encontrados y cómo han sido abordados.

Tabla N° 23. Hallazgos producto del proceso de control de calidad

Hallazgos	Acciones implementadas
Eliminar las industrias que no se citan como ejemplo en las Directrices del IPCC de 2006, las cuales si se consideraban con la metodología anterior.	Se han incluido únicamente las industrias indicadas en las Directrices del IPCC de 2006.
Colocar la fuente primaria de información.	Las fuentes primarias de información han sido colocadas en las planillas de cálculo.
Cambiar el coeficiente de ajuste por aguas industriales de 1.25 a 1.	El coeficiente ha sido ajustado.
Cambiar la referencia del tipo de tratamiento del papel de biológico a físico químico para ser conservadores.	Se ha colocado el tratamiento físico químico para las aguas residuales de la industria del papel.
Utilizar las tablas de reporte de las Directrices del IPCC de 2006, utilizando claves de notación.	Las tablas de reporte han sido utilizadas para el reporte de los gases emitidos.
Obtener información sobre los tipos de tratamiento de aguas residuales industriales in situ, cantidad de agua generada y la carga orgánica de la misma.	Al momento de elaboración del presente reporte, no se contó con dicha información por lo cual se han realizado supuestos en base a juicio de experto. Sin embargo, se ha colocado como una acción de mejora del RAGEI.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

### 5.2.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Las revisiones, efectuadas preferiblemente por terceros independientes, se llevan a cabo sobre un inventario terminado, tras la puesta en práctica de los procedimientos de CC.

El presente RAGEI fue sometido al proceso de garantía de calidad con el procedimiento descrito en el Anexo 4. Este procedimiento de garantía de la calidad lo realizó la experta María José López, revisora de inventarios nacionales para el sector Desechos.

A continuación, se proporcionan los principales hallazgos encontrados y cómo han sido abordados.

Tabla N° 24. Hallazgo producto del proceso de garantía de calidad

Hallazgo	Acciones implementadas
Se debe levantar información sobre los tipos de tratamiento y carga orgánica de los efluentes industriales.	Al momento de elaboración del presente reporte, no se contó con dicha información por lo cual se han realizado supuestos en base a juicio de experto. Sin embargo, se ha colocado como una acción de mejora del RAGEI.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI - PRODUCE)

### 5.3. Sigüientes pasos

La siguiente tabla presenta las acciones de mejora propuestas para la elaboración de futuros RAGEI:

**Tabla N° 25. Acciones de mejora generales planificadas para futuros RAGEI**

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
1	Involucrar a los proveedores de información en el proceso de elaboración del RAGEI incluyéndolos en reuniones y capacitaciones con el fin de que conozcan la importancia de generar la información requerida para una mejora en el inventario.	Mejora la exhaustividad del RAGEI.	Se ha establecido contacto con la ANA. Sin embargo, se requiere formalizar su participación continua. Por otro lado, aún no se han tomado acciones de contacto con las EPS. Esto debería ser coordinado con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.	Corto plazo
2	Requerir la información sobre el tratamiento de las aguas residuales industriales haciendo un muestreo de los principales rubros de producción identificados como mayores emisiones (industria de papel, industria de carnes, industria del azúcar, industria de las hortalizas, frutas y verduras y la industria de elaboración de cerveza y malta).	Mejora la exactitud de los cálculos.	Se ha establecido contacto con SUNAT quienes brindaron información sobre las empresas registradas en SUNAT.  El contacto directo con las empresas está por iniciarse.	Corto plazo
3	Profundizar el análisis de las principales industrias identificadas y los factores que afectan sus emisiones.	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
4	Obtener datos nacionales sobre capacidad máxima de producción de metano y de factores de corrección de metano.	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se han iniciado acciones.	Largo plazo
5	Respecto a los factores de conversión a unidades de masa, es deseable determinar factores nacionales. En tal sentido, las densidades utilizadas deben ser específicas al producto (para el caso de etanol, cerveza, vino), en la medida de lo posible.	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
6	Para el caso de la información de producción que se presenta en unidades de producto, como es	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo

Nº	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Periodo de implementación
	el caso de la cartulina y llantas, se propone evaluar la posibilidad de obtener factores de que permitan la conversión a unidades de masa.			
7	Revisar las tablas de homologación y la asignación de correspondencia de los productos por tipo de industria con las clases descritas de las Directrices del IPCC de 2006; y revisar los productos a los que no se les asignó ninguna correspondencia por falta de información. Para ello, es recomendable profundizar en el conocimiento del alcance de la fuente de información del dato.	Mejora la exactitud de los cálculos.	No se han iniciado acciones.	Mediano plazo
8	Estimar las emisiones de gases precursores (NMVOC, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> ) utilizando las guías EMEP/EEA 2019, disponibles en <a href="https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019">https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019</a> Con las variables de actividad reproducidas, identificando los factores de emisión correspondientes en las guías EMEP/EEA.	Mejora la exhaustividad.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

A fin de detallar las acciones de mejora propuestas en el punto 1, 2 y 4 de la tabla anterior, a continuación, se describe lo siguiente:

- **Sobre la importancia de involucrar a otros actores en la elaboración del inventario radica en lo siguiente:**
  - o *La Autoridad Nacional del Agua - ANA:* Proveedor de información sobre tipos de tratamiento de aguas residuales industriales que presentan las industrias para solicitar las autorizaciones de vertimiento a cuerpos naturales de agua. Es preciso indicarles, que es importante la digitalización de dicha información para presentarla a PRODUCE en cuanto se requiera.
  - o *Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento – EPS:* Aunque estas empresas están más relacionadas a las aguas residuales domésticas, es cierto que gran parte de los vertimientos de las aguas residuales industriales van al alcantarillado doméstico y es por ello por lo que las EPS deben tener un registro de las aguas industriales que ingresan y sus características de vertimiento. Al tomar contacto con ellas, se les debe hacer conocer la

importancia de que se solicite a las industrias, información sobre la existencia y el tipo de tratamiento de aguas residuales industriales in situ previo a su vertimiento al alcantarillado doméstico.

- **Sobre la importancia del requerimiento de información a la ADUANAS:**  
Al tomar contacto con las empresas seleccionadas de la base de datos de empresas registradas en ADUANAS se debe solicitar la siguiente información:
  - Volumen de producción anual.
  - Lugar de descarga de aguas residuales industriales.
  - Tipo de tratamiento realizado a las aguas residuales industriales in situ previo a su descarga.
  - Volumen anual de agua residual generada producto de sus actividades de producción.
  
- **Sobre la importancia de hallar datos nacionales para los siguientes valores:**
  - **Capacidad máxima de producción de metano:** Es pertinente, contar con un valor nacional para la capacidad máxima de producción de metano para los efluentes ( $B_0$ ). Ello implica, investigar en base a valores reales y específicos del país, según los tipos de agua residual industrial.
  - **Factor de corrección para el metano (FCM):** Es ideal contar con un FCM específico para el país, que se deriva del promedio ponderado de los factores de corrección del metano (FCM) de los distintos sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en el país.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de la Producción. (2017). Anuario Estadístico Industrial, Mipymes y Comercio Interno 2016. Lima Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos del Ministerio de la Producción.
- Ministerio de la Producción. (2017). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016. Lima: Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos del Ministerio de la Producción.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (National Greenhouse Gas Inventories Programme, H. Eggleston, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Edits.) Japón: IGES. Obtenido de The Intergovernmental Panel on Climate Change: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Series Nacionales: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://series.inei.gov.pe:8080/sirtod-series/>
- Ministerio de la Producción. (2013). Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial. Obtenido de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-2012.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2016). Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2015. Lima: Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial del Viceministerio de MYPE e Industria. Obtenido de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-mype-2015.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima: Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero del Viceministerio de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2014. Ministerio de la Producción. Lima: Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero del Viceministerio de Pesca y Acuicultura. Recuperado el 31 de julio de 2016, de Ministerio de la Producción: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>

## 7. ANEXO:

## 7.1. Anexo 1: Datos de los responsables del RAGEI

Datos	Descripción
<b>Nombres y Apellidos</b>	Marco Antonio Osorio Villegas
<b>Cargo</b>	Especialista técnico ambiental Coordinador RAGEI
<b>Correo Electrónico</b>	mosorio@produce.gob.pe
<b>Teléfono - Anexo</b>	6162222 - 3513
<b>Dirección de Línea</b>	Dirección de Gestión Ambiental Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria Viceministerio de MYPE e Industria
<b>Institución</b>	Ministerio de la Producción

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

## 7.2. Anexo 2: Juicio de experto realizado

### Tipos de tratamiento de aguas residuales industriales:

Juicio de experto de Juan Martín Ortega, experto IPCC revisor de inventarios nacionales del sector Desechos, [jlm@gauss-int.com](mailto:jlm@gauss-int.com). Indicó que es recomendable estimar un factor de corrección de metano medio para las industrias donde se desconoce el tipo de tratamiento de aguas residuales industriales. Este FCM medio se estima utilizando los tipos de tratamiento y sus FCM de las aguas residuales domésticas asumiendo que por práctica común estas mismas tecnologías se emplean en el rubro industrial.

7.3. Anexo 3: Procedimiento de control de calidad

Tabla N° 26. Procedimientos generales de control de calidad

Actividad de CC	Procedimientos
<p>Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.</p>	<p>Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.</p>
<p>Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.</p>	<p>Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna.                      Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción.                      Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción.                      Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:                      Evitar la programación de factores como fórmulas.                      Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.                      Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental.                      Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.</p>
<p>Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente.</p>	<p>Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones.                      En el caso que se utilicen los modelos, imitar de forma selectiva los modelos de cálculos complejos con estimaciones abreviadas para juzgar la exactitud relativa.</p>
<p>Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.</p>	<p>Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo.                      Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.                      Verificar que los factores de conversión sean correctos.                      Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.</p>
<p>Verificar la integridad de los archivos de base de datos.</p>	<p>Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.                      Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos.                      Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño.                      Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivados.</p>
<p>Verificar la</p>	<p>Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes)</p>

Actividad de CC	Procedimientos
coherencia de los datos entre las categorías.	que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/remociones.
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	Verificar que los datos de emisiones/remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes. Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.
Revisar el archivo y la documentación interna.	Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos. Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación). Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada. Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario. Verificar la integridad de los arreglos relacionados al archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Verificar la coherencia en el método/ algoritmo utilizado para los cálculos en la serie temporal. Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.
Verificar la coherencia de la serie temporal.	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Verificar la coherencia en el método/ algoritmo utilizado para los cálculos en la serie temporal. Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos. Verificar que los efectos de las actividades de mitigación se reflejen adecuadamente en los cálculos de la serie temporal.
Verificar la exhaustividad.	Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual. En relación con las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta. Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo. Verificar que los datos cuya indisponibilidad sea conocida, resultando en estimaciones incompletas de emisiones/remociones de una categoría, estén documentados, incluyendo la evaluación cualitativa de la importancia de la estimación en relación con el total de emisiones netas (p. ej., las subcategorías clasificadas como 'no estimadas').
Revisiones de tendencias	Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar

Actividad de CC	Procedimientos
	<p>disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o remociones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo.</p> <p>Verificar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones/remociones agregadas, divididas por datos de actividad) a través de la serie temporal. ¿Se han reportado cambios en las emisiones o remociones?</p> <p>Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal.</p>

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

**Tabla N° 27. Procedimientos de específicos de control de calidad para la subcategoría 4D2 – Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Industriales**

Actividad de CC	Procedimientos
Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC.	<p>Evaluar si las condiciones nacionales son similares a las utilizadas para desarrollar los factores por defecto del IPCC.</p> <p>Comparar los factores por defecto con los factores a nivel de planta o de sitio.</p> <p>Considerar las opciones para obtener factores específicos del país.</p> <p>Documentar los resultados de esta evaluación.</p>
Revisar los factores específicos del país.	<p>Controlar la calidad de los datos utilizados para desarrollar el factor específico del país.</p> <p>Evaluar si los estudios secundarios utilizados para desarrollar los factores específicos del país utilizaron (como mínimo) las actividades de CC de Nivel 1.</p> <p>Comparar los factores específicos del país con los valores por defecto del IPCC; documentar alguna discrepancia significativa.</p> <p>Comparar los factores específicos del país con los factores a nivel de planta o de sitio.</p> <p>Comparar los factores de los otros países (utilizando la Base de datos de factores de emisión del IPCC).</p> <p>Documentar los resultados de esta evaluación.</p>
Revisar las mediciones.	<p>Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las mediciones.</p> <p>Asegurar que el equipo de medición comprenda y se mantenga apropiadamente.</p> <p>Comparar las mediciones directas con las estimaciones utilizando un factor; documentar alguna discrepancia significativa.</p>
Evaluar la coherencia de la serie temporal.	<p>Revisar cambios significativos (&gt; 10%) en las estimaciones anuales para categorías y subcategorías.</p> <p>Comparar estimaciones realizadas con enfoques “top-down” y “bottom-up” para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes.</p>

Actividad de CC	Procedimientos
	Realizar cálculos de referencia que utilizan las relaciones estequiométricas y la conservación de la masa y tierra.
Revisar los datos de actividad a nivel nacional.	Determinar el nivel de CC obtenido por la agencia de recolección de datos. Si no fuera apropiado, considerar las fuentes de datos alternativas, tales como los conjuntos de datos internacionales o factores por defecto del IPCC. Ajustar la incertidumbre relevante de manera apropiada. Evaluar la coherencia de la serie temporal. Comparar los datos de actividad de múltiples referencias si es posible.
Revisar los datos de actividad específicos de sitio.	Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las estimaciones. Comparar los datos específicos de sitio en conjunto con (p. ej., producción) los datos/estadísticas nacionales. Comparar los datos de sitios similares. Comparar estimaciones realizadas con enfoques “top-down” y “bottom-up” para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes
Estimaciones de incertidumbre de CC.	Aplicar las técnicas de CC para las estimaciones de incertidumbre. Revisar los cálculos de incertidumbre. Documentar las hipótesis de incertidumbre y las cualidades de algunos expertos consultados.
Verificar las estimaciones de GEI.	Comparar las estimaciones con otras estimaciones nacionales o internacionales a nivel de sector, subsector, de gas o nacional, en caso se encuentren disponibles.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)

## 7.4. Anexo 4: Procedimiento de garantía de la calidad

Tabla N° 28. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a la categoría 4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Elemento por revisar	Pregunta	Elemento por revisar
Exhaustividad/Completitud y doble contabilización	<p>¿Se reporta información sobre el grado de utilización de cada tipo de descarga y tipo de tratamiento en el informe de inventario?</p> <p>¿Se incluyen y estiman emisiones de aguas domésticas e industriales en el inventario?</p> <p>¿Se estiman y reportan las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en el inventario?</p>	<p>La completitud del inventario se puede verificar utilizando el grado de utilización de cada tipo de tratamiento o descarga (T). La suma de T debe ser igual al 100%. Es buena práctica realizar un diagrama como el de la figura 6.1 (capítulo 6 volumen 5 de IPCC 2006) para considerar todos los tipos de descargas y/o tratamientos.</p> <p>Todos los países generan aguas residuales domésticas e industriales y son potenciales fuentes de emisiones de GEI. Ambas fuentes emisoras se deben considerar en el inventario. El capítulo 6, volumen 5 de las guías IPCC 2006 proporciona metodologías, factores de emisión y parámetros para estimar emisiones CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del tratamiento y descarga de aguas residuales. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son de origen biogénico y no se deben incluir en los totales nacionales.</p>
Metodología – Evaluación de la exactitud, consistencia, comparabilidad y el reporte de las emisiones	<p>¿Son los métodos utilizados por el país para estimar las emisiones de metano y N<sub>2</sub>O consistentes con las guías IPCC 2006?</p> <p>¿Se han seleccionado la variable de actividad, factores de emisión y parámetros apropiados a las características del país y de forma consistente para toda la serie temporal?</p> <p>Cuando se depositan lodos en vertedero, se aplican en suelos agrícolas o se incineran, o cuando se recupera gas de vertedero para su uso energético, ¿realiza el país un reporte consistente en los diferentes sectores y categorías del inventario?</p>	<p>En el capítulo 6 del volumen 5 de IPCC 2006 se proporcionan metodologías y parámetros para estimar las emisiones de metano y N<sub>2</sub>O en el tratamiento y eliminación de aguas residuales. Se deben utilizar factores de emisión y parámetros consistentes con los tipos de tratamientos y descargas que se realizan en el país.</p> <p>Ciertas cantidades de lodos de aguas industriales o domésticas se pueden incinerar o depositar en vertedero o en tierras agrícolas. Esto constituye una cantidad de materia orgánica que debe ser sustraída de la variable de actividad de la categoría 4D. Es Buena práctica ser consistente entre sectores: la cantidad de lodos sustraídos de la variable de actividad de la categoría 4D debería ser igual a la cantidad de lodos depositada en vertedero (4A), aplicada en suelos agrícolas (AFOLU), incinerado (4C) o tratado de otra forma.</p>
Transparencia/documentación	¿Son la metodología, variable de actividad y factores de emisión documentados de forma suficiente por el inventario?	El informe de inventario debe contener una documentación adecuada que permita reproducir las series de variable de actividad y de emisiones. Esto es también esencial para la transparencia.

Fuente: Elaboración propia (DGAAMI – PRODUCE)