

Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Sector Desechos en Perú bajo la Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática

Producto 04: Informe del Taller de
capacitación virtual sobre la aplicación
de las Guías IPCC 2006 en el sector
desechos del inventario de Perú

Producto 04

***Informe del taller de capacitación virtual
sobre la aplicación de las Guías IPCC
2006 en el sector desechos del
inventario de Perú***

Tabla de contenido

<u>SECCIÓN 1 – INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>SECCIÓN 2 – ALCANCE Y OBJETIVOS</u>	<u>2</u>
ALCANCE	2
OBJETIVOS	3
LISTA DE ASISTENTES	4
<u>SECCIÓN 3 – DESARROLLO DEL TALLER</u>	<u>6</u>
<u>SECCIÓN 4 – PRESENTACIONES.....</u>	<u>9</u>

Sección 1 – Introducción

Este informe es parte del cuarto producto de la consultoría: *Consultor Internacional experto en Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Sector Desechos en Perú bajo la Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT, por sus siglas en inglés).*

En línea con los Términos de Referencia (TdR) de la consultoría, el cuarto producto de la consultoría se compone de los siguientes elementos:

- ❖ Informe de control y garantía de calidad de los documentos de reporte de los RAGEI del sector Desechos: i) Disposición de desperdicios sólidos en tierra, ii) Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas y iii) Tratamiento y Eliminación de Aguas Industriales.
- ❖ Informe de las implicancias de la aplicación de la metodología de las GL2006 y recomendaciones a ser aplicadas en los siguientes RAGEI.
- ❖ Planilla del cálculo del RAGEI del sector Desechos que incluya la construcción de la serie temporal anual del año 1994 al 2000.
- ❖ Informe sobre los resultados obtenidos, detallando los métodos y supuestos aplicados en la construcción de la serie temporal anual del año 1994 al 2000 del sector Desechos.
- ❖ Informe del taller de capacitación virtual sobre la construcción de la serie temporal anual del año 1994 al 2000 del sector Desechos.
- ❖ **Informe del taller de capacitación virtual sobre el proceso de aplicación de las Guías IPCC del 2006 en el inventario del Sector Desechos de Perú.**

En este documento se proporciona un informe del taller de capacitación virtual sobre la aplicación de las guías IPCC en el sector desechos del inventario de GEI de Perú.

La estructura del informe es la siguiente:

- ❖ **Sección 2:** Alcance y objetivos
- ❖ **Sección 3:** Desarrollo del taller
- ❖ **Sección 4:** Presentaciones



Sección 2 – Alcance y Objetivos

Alcance

Como parte de las acciones que el país viene realizando para mejorar la calidad de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, el 16 de Julio del 2020 se llevó a cabo el “Taller virtual de entrenamiento en el uso de las Directrices del IPCC de 2006 para la elaboración del sector desechos del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Perú”.

Este taller se llevó a cabo como una actividad complementaria a las capacitaciones virtuales sobre las Directrices del IPCC de 2006 que se vienen llevando a cabo con los profesionales de los ministerios involucrados una o dos veces por semana desde el mes de marzo hasta el mes de julio 2020, en el marco de las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO) y del apoyo brindado por UNEP DTU Partnership al Ministerio del Ambiente, a través de la iniciativa “Initiative for climate action transparency”.

Durante el taller se revisaron las directrices y el uso de las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés, que tienen como fin mejorar la calidad de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI), es sus aspectos transversales principales y para el sector desechos. Asimismo se presentaron los requisitos de información futuros bajo el marco de transparencia reforzado del Acuerdo de Paris que será de aplicación a partir del año 2024.

Durante el taller se contó con la participación de cerca de 25 representantes de diversos Ministerios, que son las autoridades competentes encargadas de la elaboración de los reportes anuales de GEI del sector desechos, en el marco del INFOCARBONO.

El taller contó con sesiones sectoriales específicas para las tres categorías de residuos sólidos y aguas residuales, en las cuales se revisaron las metodologías de las Directrices del IPCC de 2006 y se identificaron las acciones y supuestos implementados para su aplicación integral en el inventario nacional de GEI de Perú para la serie 1994 - 2016.

A partir de este taller, se busca la aplicación integral de las Directrices del IPCC de 2006 en la elaboración de reportes anuales que sirven de insumo para la elaboración del inventario de Gases de Efecto Invernadero. Además, contribuirá con el trabajo que se viene realizando a nivel global en las acciones de mitigación, al establecer mecanismos de ambición mediante los cuales se irán realizando evaluaciones globales.



Objetivos

Perú como signatario de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) debe reportar cada dos años los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero utilizando las directrices metodológicas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Actualmente el país ha realizado el inventario utilizando las Directrices del IPCC de 2006 para los sectores energía y PIUP para el año 2016 y las Directrices revisadas del IPCC de 1996 para los sectores desechos, agricultura y silvicultura y otros usos de la tierra. Dos consultorías se han realizado en paralelo con el apoyo de UNEP DTU Partnership a través de la iniciativa “Initiative for climate action transparency” para aplicar las Directrices del IPCC de 2006 para los sectores desechos, agricultura y silvicultura y otros usos de la tierra.

El objetivo principal del Taller fue el recordatorio de los aspectos transversales de los inventarios así como el fortalecimiento de las capacidades técnicas para la elaboración del sector desechos del inventario de Perú para 2016 y las actualizaciones del periodo 1994-2015 utilizando las Directrices del IPCC de 2006 que asegure el desarrollo y reporte regular de los inventarios a la CMNUCC respetando los atributos de calidad y utilizando la última información científica disponible aprobada por la Conferencia de las Partes, las Guías del IPCC del 2006.



procedimientos y guías para el reporte de los inventarios de gases de efecto invernadero en los futuros informes bienales de la transparencia.

Juan Luis Martin, consultor internacional del equipo técnico de apoyo, realizó una presentación de los aspectos metodológicos más importantes del sector desechos de los inventarios de gases de efecto invernadero utilizando las guías del IPCC 2006 ilustrando los resultados principales del inventario de Perú para los tres sectores: Tratamiento de Desechos Sólidos, Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas y Comerciales y Tratamiento y Eliminación de Aguas Industriales.

El cierre del taller estuvo a cargo de Milagros Sandoval, Directora de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero del MINAM, que recordó la importancia de utilizar las mismas guías del IPCC (en este caso las últimas aprobadas por la Conferencia de las Partes, las del 2006) en la elaboración de todos los sectores del inventario para que se puedan respetar los principios de buenas prácticas o atributos de calidad que son la comparabilidad, transparencia, exactitud, completitud y coherencia. Finalmente resaltó que las guías del 2006 son las que contienen la base científica más actualizada y que son las guías que están utilizando todos los países de la Convención. Finalmente la Dra. Sandoval cerró el taller agradeciendo el alto grado de presencia de los participantes.



Agenda del taller virtual sobre las Guías IPCC del 2006 – Sector Desechos

16 Julio 2020

Horario	Actividad	Ponentes
16 de Julio del 2020		
8:45-9:00	Bienvenida y presentación del taller	MINAM
9:00-9:35	Las Guías IPCC del 2006 (aspectos transversales de los INGEI) y los retos para el cumplimiento del Marco de Transparencia para la acción y apoyo referido en el Artículo 13 del Acuerdo de París	Pepa López
9:35-9:45	Preguntas y Respuestas	Todos los participantes
9:45-10:25	Aplicación de las Guías IPCC del 2006 al Tratamiento de Desechos Sólidos	Juan L. Martin
10:25-10:35	Preguntas y Respuestas	Todos los participantes
10:35-11:05	Aplicación de las Guías IPCC del 2006 al Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas y Comerciales	Juan L. Martin
11:05-11:15	Preguntas y Respuestas	Todos los participantes
11:15-11:55	Aplicación de las Guías IPCC del 2006 al Tratamiento y Eliminación de Aguas Industriales	Juan L. Martin
11:55-12:05	Preguntas y Respuestas	Todos los participantes
12:05-12:20	Cierre	MINAM



Sección 4 – Presentaciones

Las presentaciones utilizadas durante el taller se incluyen a continuación. El taller también está disponible en formato audiovisual.

Taller virtual sobre las Guías IPCC del 2006 – Sector Desechos

Pepa López
Consultora internacional
GAUSS INTERNATIONAL
16 Julio 2020



1

Contenido de la presentación

1. Las Guías IPCC para la elaboración de los inventarios nacionales de GEI
2. Principios de los inventarios nacionales de GEI
3. Aspectos transversales principales de las Guías IPCC 2006
4. Compromisos en el marco de transparencia reforzado



2

Las Guías IPCC para la elaboración de los inventarios nacionales de GEI

**EL PERÚ PRIMERO**

3

GUÍAS 1996 REVISADAS



- ▶ Primeras guías generadas por el IPCC
- ▶ Acciones humanas agrupadas en 6 sectores:
 - ▶ Energía, Procesos Industriales, Uso de Solventes y Otros Productos, Agricultura, Silvicultura, Residuos
 - ▶ Metodología simple para estimar emisiones y/o absorciones, en la que los datos de actividad estadísticos se cruzaban con datos de actividad no estadísticos y factores de emisión por defecto; es lo que anteriormente se presentó como método nivel (tier) 1, aunque en algunos proporcionaba un método más detallado, con uso de factores de emisión país-específico (es lo que se conoce como método nivel (tier) 2).

EL PERÚ PRIMERO

4

BBPP 2000 y 2003



- ▶ Las BBPP 2000 cubrió todos los sectores con excepción del sector LULUCF (Cambio de Uso de los Suelos y Silvicultura), sector que fue finalmente complementado con buenas prácticas en 2003.
- ▶ Complementaron las metodologías de 1996, en cuanto a conducir a los países a la elaboración de inventarios más precisos y confiables, para lo cual desarrollaron los conceptos de “categorías clave” e “incertidumbre”, además de insistir en la necesidad que el inventario sea elaborado en la forma más transparente y consistente.
- ▶ Generaron fase de transición que se concretó con las Guías 2006.

EL PERÚ PRIMERO

5

GUÍAS 2006



- ▶ Segundo conjunto integral de guías metodológicas
- ▶ Consolida en un solo documento lo que hasta ese entonces, estaba dividido en tres documentos
- ▶ Reconoce los siguientes sectores de acciones humanas:
 - ▶ Energía
 - ▶ Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)
 - ▶ Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU)
 - ▶ Residuos
- ▶ Nuevos gases (NF3) y nuevas categorías
- ▶ Actualización de metodologías y factores de emisión

EL PERÚ PRIMERO

6

Formato común de reporte

- ▶ Con el fin de reportar las emisiones y/o remociones, el Formato Común de Reporte (CRF por sus siglas en inglés) y las Guías IPCC establecen categorías y fuentes, a fin de mantener un orden y uniformidad con otros inventarios nacionales de GEI.
- ▶ Aun así, es posible cambiar los conceptos de niveles de subcategoría o fuente de acuerdo con la realidad nacional siempre que se cubra la totalidad de las fuentes de emisión. Esto es posible hacerlo en la fuente “otros” al interior de cada categoría de cada sector.
- ▶ Las fuentes de emisión por categorías se codifican utilizando letras y números. El primer nivel de clasificación de categoría utiliza números (1 al 6) correspondiente a los sectores de un inventario.

EL PERÚ PRIMERO

7

Formato común de reporte

- ▶ En el presente caso, al Sector Desechos, le corresponde el número 5.

Nivel de codificación de las categorías y fuentes	Denominación
1	Primer nivel: Sector (Desechos)
A	Segundo nivel: Categoría
1	Tercer nivel: Subcategoría
a	Cuarto nivel: Fuente

- ▶ Para el segundo nivel de categoría, categoría del sector, se usan letras mayúsculas y corresponden a la categoría del sector; el tercer nivel de clasificación, denominado subcategorías, se le identifica por números y el cuarto nivel de clasificación, denominado fuentes, usa letras en minúsculas.

EL PERÚ PRIMERO

8

Principios de los inventarios nacionales de GEI

Principios de Buenas Practicas

- ▶ Los inventarios deben satisfacer los principios de buenas prácticas, lo que significa que:
 - ▶ deben ser **completos**, en cuanto a gases, actividades y territorio considerados (atributo llamado completitud/exhaustividad),
 - ▶ deben ser **precisos**, lo que significa el uso de la mejor información disponible (atributo llamado precisión),
 - ▶ deben ser **transparentes**, en cuanto a las fuentes de datos y métodos aplicados, deben explicarse de tal forma que se puedan reproducir los cálculos (atributo conocido como transparencia),
 - ▶ deben ser **consistentes**, a lo largo de las series temporales, lo que significa el uso de los mismos factores de emisión y métodos para una misma categoría (atributo llamado consistencia), y
 - ▶ deben ser **comparables**, lo que significa el uso de metodologías IPCC y PCG comunes (atributo conocido como comparabilidad).

Aspectos transversales principales de las Guías IPCC 2006

ASPECTOS METODOLÓGICOS

- ▶ Básicamente, el IPCC genera estimaciones de emisiones y capturas según relaciones lineales. La fórmula básica para estimar una emisión o absorción de una fuente específica es la siguiente:

Estimación de emisiones = Datos de actividad x Factor de emisión

donde:

Los datos de actividad describen la magnitud anual de una actividad (p. ej., producción de cemento, consumo de combustibles.... a escala nacional en un año dado)

El factor de emisión es la masa de los GEI emitidos por unidad de actividad (p. ej., Gg de carbono CH₄ por tonelada de combustible)

ASPECTOS METODOLÓGICOS

- ▶ En muchos casos, los datos de actividad disponibles no corresponden con el factor de emisión particular que se usará. En estos casos, los datos de actividad deben derivarse aplicando los "factores de conversión" sobre los datos. En dicho caso, el método a seguir es el siguiente:

Estimación de emisiones = [Datos de actividad x Factor de Conversión] x Factor de Emisión

- ▶ Las estimaciones de emisiones y capturas -en su forma más simple- corresponden así a una relación directa entre un factor de emisión (tasa de emisión de un gas invernadero por unidad) y el dato de actividad que totaliza la unidad correspondiente.

EL PERÚ PRIMERO

ASPECTOS METODOLÓGICOS

- ▶ Todas las ecuaciones requieren de un dato de actividad estadístico (por ejemplo, producción de cal), que debe colectarse desde los organismos que colectan regularmente datos. Sin embargo, en algunos casos, se requiere incluir otros datos de actividad no estadísticos, constantes que permiten completar el cálculo (por ejemplo, relación C/N, % de C en la biomasa, fracción de biomasa quemada, factor de oxidación).

EL PERÚ PRIMERO

ASPECTOS METODOLÓGICOS

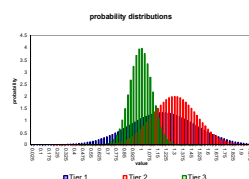
- ▶ Hay diversos métodos que pueden usarse para estimar las emisiones. La selección de un método para estimar emisiones dependerá del grado de detalle en la estimación, la disponibilidad de datos de actividad, los factores de emisión y los recursos financieros y humanos disponibles para elaborar el inventario.
- ▶ En la terminología de IPCC, el método jerárquico más bajo o el más sencillo es el "Nivel 1", mientras que los métodos más detallados son el "Nivel 2" o el "Nivel 3" (llamados tiers en inglés).



15

NIVELES (TIERS) METODOLÓGICOS

- ▶ Tres niveles
 - Nivel 1: FFEE y parámetros por defecto (disponibles en las guías metodológicas); datos de actividad estadísticos, por defecto o nacionales
 - Nivel 2: FFEE y/o parámetros país-específicos y datos de actividad estadísticos nacionales
 - Nivel 3: cuantificaciones emergentes de modelos, encuestas, mediciones directas




16

Opciones Metodológicas

Los “Niveles” metodológicos definen el grado de precisión

Nivel 1: Datos a nivel sectorial - parámetros por defecto

Tier 2: Datos de actividad por sub-sectores - Factores de emisión específicos del país.

Tier 3: Datos a nivel detalle- parámetros de tecnologías específicas, mediciones, modelos

Menos preciso y exhaustivo, menos demanda de recursos

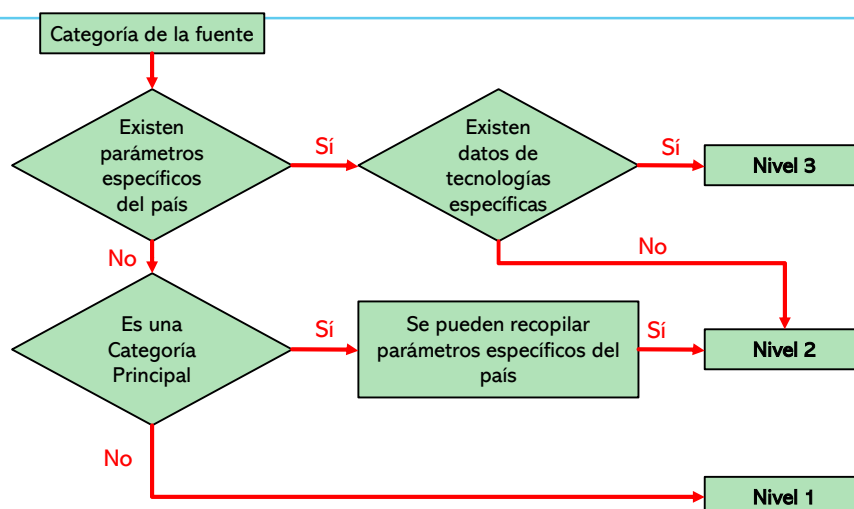


Más preciso y exhaustivo, más demanda de recursos

EL PERÚ PRIMERO

17

Opciones Metodológicas



EL PERÚ PRIMERO

18

Juicio de experto

Puede ser utilizado, pero debe ser objeto de un proceso de GC/CC más detallado y será examinado mediante revisión independiente.

Asegúrese de documentar el juicio de expertos.

CUADRO 2A.1 EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS	
Elemento de la documentación	Ejemplo de documentación
Número de referencia para el dictamen	ETPPF17/001-001
Fecha	14 de enero de 2001
Nombre del experto participante	Dr. Jorge González
Experiencia de los expertos (referencias, funciones, etc.)	Experto industrial en reducción y emisiones de proceso de ácido nítrico.
La cantidad que se está juzgando	Factor nacional de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la planta de ácido nítrico
La base lógica del dictamen, incluidos los datos que se tomaron en cuenta. Debe incluir la justificación lógica de la tendencia superior, inferior y central de toda distribución de incertidumbre.	Una planta de datos de medición para 9 de 10 plantas de ácido nítrico. Se ha recomendado la estimación de la única planta como base para un factor nacional que debe aplicarse a la producción nacional de ácido nítrico.
El resultado: p. ej., valor de la actividad, factor de emisión o distribución de probabilidad para la incertidumbre, o el rango y el valor más probable y la distribución de probabilidad inferidos con posterioridad.	0,5 kg de ácido nítrico N_2O toneladas producido para 1990 - 2008
Identificación de revisiones externas	Asociación comercial del ácido nítrico
Resultados de la revisión externa	Véase el documento: "2008-Expert Judgement/ETPPF17/001-001.doc"
Aprobación por parte del compilador del inventario con especificación de fecha y persona	17 de enero de 2001, Dr. S. Pérez

EL PERÚ PRIMERO

Construir en base a una estrategia de recopilación de datos

El desarrollo de inventario es un proceso iterativo

La estrategia de recopilación de datos para cada categoría debe considerar los principios TACCC

Priorizar la recopilación de datos para las categorías principales

Establecer relaciones con los principales proveedores de datos

Considerar la disponibilidad de las fuentes de datos

Recopilar nuevos datos

EL PERÚ PRIMERO

Principios básicos en la recopilación de datos

En general:

✓ Datos nacionales mejor que internacionales

✓ Datos directos mejor que sustitutos

✓ Datos revisados mejor que no revisados

✓ Datos públicos mejor que confidenciales

Principios

- ◆ Focalizar en las categorías principales
 - Mayores emisiones
 - Mayor potencial de cambio
 - Mayor incertidumbre
- ◆ Elegir procedimientos que mejoren de forma continua la calidad del inventario
- ◆ Recopilar datos al nivel de detalle apropiado para la aplicación del método seleccionado.
- ◆ Revisar las actividades y metodologías necesarias para la recopilación de datos de forma periódica.

EL PERÚ PRIMERO

Registro de los datos

- ▶ Fecha de publicación
- ▶ Referencias
- ▶ Información de contacto del proveedor de la información
- ▶ Procedimientos para la recopilación de datos
- ▶ Advertencias, limitaciones, supuestos, juicio de expertos
- ▶ Información cualitativa y cuantitativa de la incertidumbre
- ▶ Procedimientos GC/CC del proveedor de información
- ▶ Procedimientos para el uso de información confidencial
- ▶ Archivo

EL PERÚ PRIMERO

Priorizar la recopilación de datos para las categorías principales

El propósito del análisis de categorías principales es la priorización del desarrollo del inventario para aumentar la precisión y asegurar el uso eficiente de los recursos.

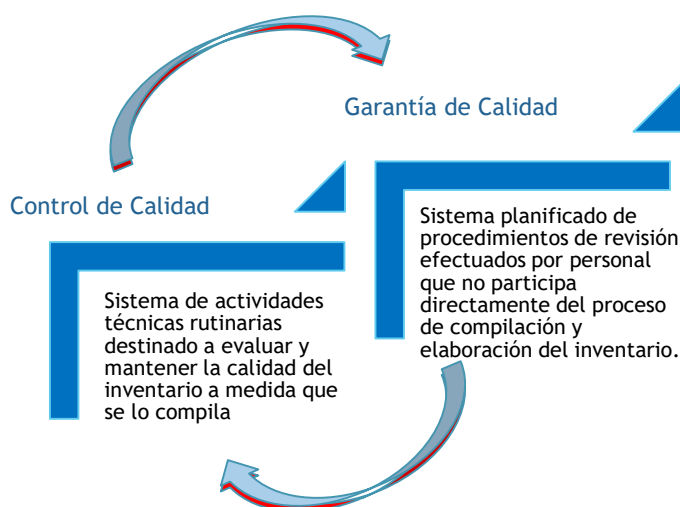
Si se desea aumentar la exhaustividad del Inventario pueden utilizarse niveles/tiers más bajos para las fuentes de emisión menos significativas.

No olvide evaluar cualitativamente las categorías clave; puede ser particularmente importante en los primeros años, donde es difícil evaluar cuantitativamente algunas categorías.

EL PERÚ PRIMERO

25

Garantía de Calidad (GA)/ Control de Calidad (CC)



EL PERÚ PRIMERO

26

GC/CC y mejora del Inventario GEI



Sistema GC/CC

- Coordinador
- Planificación
- Procedimientos CC (generales y específicos)
- Procedimientos GC
- Procedimiento de reporte y documentación

EL PERÚ PRIMERO

27

Reporte del Plan de Mejora del Inventario

- ▶ La mejora del inventario podría ser un documento interno que contenga información propia sobre las áreas de mejora y planificación.
- ▶ El inventario debería describir el enfoque general para identificar e incorporar mejoras en el inventario.
- ▶ Las mejoras específicas, si aplicara, deben ser reportadas a nivel de categoría, incluyendo una discusión de las mejoras planificadas y cualquier problema que pueda afectar a la implementación de la mejora.

EL PERÚ PRIMERO

28

Compromisos en el marco de transparencia reforzado

Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de transparencia reforzado - Decisión 18 / CMA1

La Decisión 18 / CMA.1 adoptó modalidades, procedimientos y directrices comunes para el marco de transparencia reforzado para la acción y el apoyo **aplicable a todas las Partes, pero con algunas flexibilidades.**

Inventario en el informe bienal de transparencia

En el informe bienal de transparencia:

Cada Parte proporcionará un **informe nacional de inventario** de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero;

El informe del inventario nacional puede presentarse como un informe **independiente o como un componente** del informe de transparencia bienal.

Cada Parte transmitirá su informe de transparencia bienal e informe de inventario nacional, si se presenta como un informe independiente, **a través de un portal en línea** mantenido por la secretaría. La secretaría publicará los informes en el sitio web de la CMNUCC.

EL PERÚ PRIMERO

Metodologías en el Inventario del informe bienal de transparencia

- ▶ Se aplican los cinco atributos de calidad definidos en las Guías IPCC 2006 (**TACCC**).
- ▶ Cada Parte utilizará las **Directrices del IPCC de 2006 y utilizará cualquier versión posterior** o refinamiento de las directrices del IPCC acordadas por la CMA. Se alienta a cada Parte a utilizar el Suplemento de 2013 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Humedales.
- ▶ Cada Parte utilizará los **métodos de las directrices del IPCC de 2006**. Cada Parte debe hacer todo lo posible por utilizar un método recomendado (nivel) para categorías clave de acuerdo con las directrices del IPCC.
- ▶ Cada Parte puede utilizar metodologías apropiadas a nivel nacional si reflejan mejor sus circunstancias nacionales y son consistentes con las directrices del IPCC. En estos casos, cada Parte explicará de manera transparente los métodos, datos y / o parámetros nacionales seleccionados.

EL PERÚ PRIMERO

Analisis de categorias clave

Cada Parte identificará las categorías clave para el año de inicio y el último año de referencia, incluidas y excluidas las categorías de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), utilizando el **enfoque 1**, tanto para la evaluación de nivel como de tendencia, mediante la implementación del análisis de categoría clave coherente con las directrices del IPCC;

Flexibilidad : identificar categorías clave utilizando un umbral del **85 por ciento**, **en lugar del 95 por ciento** definido en las directrices del IPCC, permitiendo un enfoque en mejorar menos categorías y priorizando recursos.

EL PERÚ PRIMERO

33

Coherencia/recalculos e incertidumbre

- ❑ Para garantizar la coherencia de las series temporales, cada Parte debe utilizar los mismos métodos y un **enfoque coherente** para los datos de actividad subyacentes y los factores de emisión para cada año.
- ❑ Cada Parte estimará **cuantitativamente y discutirá cualitativamente** la incertidumbre de las estimaciones de emisión y remoción para todas las categorías de fuente y sumidero, incluidos los totales de inventario, al menos **para el año de inicio y el último año** de informe de la serie de tiempo de inventario.
- ❑ Cada Parte también estimará la **incertidumbre de la tendencia** de las estimaciones de emisión y remoción para todas las categorías de fuentes y sumideros, incluidos los totales, entre el año de inicio y el último año de notificación de la serie de tiempo del inventario, utilizando al menos el **enfoque 1**, según lo dispuesto en las directrices del IPCC ;
- ❑ **Flexibilidad**: proporcionar, como mínimo, un **debate cualitativo** sobre la incertidumbre para las categorías clave, utilizando las directrices del IPCC, donde los datos cuantitativos de entrada no están disponibles para estimar cuantitativamente las incertidumbres.

EL PERÚ PRIMERO

34

Completitud

- ▶ Cada Parte debe indicar las fuentes y sumideros cuyas **emisiones no se estiman** en el informe del inventario nacional pero para los cuales **existen métodos** de estimación en las directrices del IPCC y explicar los motivos de dicha exclusión.
- ▶ Cada Parte utilizará las **claves de notación** (NE, NO, NA, IE y C) cuando los datos numéricos no estén disponibles.
- ▶ Cada Parte puede usar la clave de notación "NE" (no estimada) cuando las estimaciones sean **insignificantes** (si el nivel probable de emisiones es inferior al 0,05 por ciento del total nacional de emisiones de GEI, excluyendo LULUCF y 500 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (kt CO₂ eq), lo que sea menor). El agregado nacional total de emisiones estimadas para todos los gases de las categorías consideradas insignificantes deberá permanecer por debajo del 0.1 por ciento de las emisiones nacionales totales de GEI, excluyendo LULUCF. Las partes deben usar datos de actividad aproximados y factores de emisión predeterminados del IPCC para derivar un nivel probable de emisiones para la categoría respectiva.

EL PERÚ PRIMERO

Completitud: Flexibilidad

- ▶ Flexibilidad :
 - ▶ Considerar las emisiones insignificantes si el nivel probable de emisiones es inferior al 0.1 por ciento de las emisiones nacionales totales de GEI, excluyendo LULUCF, y 1,000 kt CO₂ eq, el que sea menor.
 - ▶ El agregado nacional total de emisiones estimadas para todos los gases de las categorías consideradas insignificantes, en este caso, permanecerá por debajo del 0.2 por ciento de las emisiones nacionales totales de GEI, excluyendo LULUCF.
- ▶ Sin embargo una vez que se hayan reportado, deberán seguirse reportando en años posteriores.

EL PERÚ PRIMERO

GC/CC

- ▶ Cada Parte elaborará un plan de garantía de calidad de inventario / control de calidad (GC / CC) de acuerdo con las directrices del IPCC;
- ▶ Cada Parte implementará y proporcionará información sobre los **procedimientos generales** de control de calidad de inventario de acuerdo con su plan de GC/CC y las directrices del IPCC;
- ▶ Además, las Partes deben aplicar los **procedimientos de CC específicos** de la categoría de acuerdo con las directrices del IPCC para categorías clave y para aquellas categorías individuales en las que se han producido cambios metodológicos significativos y / o revisiones de datos;
- ▶ Además, las Partes deben implementar procedimientos de control de calidad mediante la realización de una **revisión por expertos** básica de sus inventarios, de conformidad con las directrices del IPCC;
- ▶ Cada Parte debe comparar las estimaciones nacionales de las emisiones de CO₂ de la combustión de combustible con las obtenidas utilizando el enfoque de referencia, tal como figura en las directrices del IPCC, e informar los resultados de esta comparación en su informe de inventario nacional.

EL PERÚ PRIMERO

PCG

- Cada Parte utilizará los valores de potencial de calentamiento global (PCG) de horizonte temporal de 100 años del **Quinto Informe de Evaluación del IPCC**, o los valores de PCG de horizonte temporal de 100 años de un informe de evaluación **posterior** del IPCC según lo acordado por la CMA, para informar el agregado de emisiones y absorciones de GEI, expresadas en CO₂ eq.
- Además, cada Parte también puede utilizar otras métricas (por ejemplo, el potencial de temperatura global) para informar información adicional sobre las emisiones agregadas y la eliminación de GEI, expresada en CO₂ eq.
- En tales casos, la Parte proporcionará en el documento del inventario nacional información sobre los valores de las métricas utilizadas y el informe de evaluación del IPCC del que provienen.

EL PERÚ PRIMERO

Información sobre los métodos y aspectos transversales

- ❑ Cada Parte informará los **métodos utilizados**, incluida la justificación de la elección de los métodos, de conformidad con las buenas prácticas elaboradas en las directrices del IPCC, y las descripciones, supuestos, referencias y fuentes de información utilizadas para los factores de emisión y los datos de actividad utilizados para compilar Inventario de GEI.
- ❑ Cada Parte proporcionará información detallada para cualquier categoría específica del país y gas que no está incluido en las directrices del IPCC.
- ❑ Cada Parte describirá las **categorías clave**, incluida la información sobre el enfoque utilizado para su identificación, y la información sobre el nivel de desagregación utilizado. Cada Parte informará las contribuciones porcentuales individuales y acumulativas de las categorías clave, tanto para el nivel como para la tendencia, de conformidad con las directrices del IPCC.

EL PERÚ PRIMERO

Información sobre los métodos y aspectos transversales

- ❑ Cada Parte informará los **nuevos cálculos** para el año de inicio y todos los años posteriores de la serie de tiempo del inventario, junto con información explicativa y justificaciones para los nuevos cálculos con una indicación de los cambios relevantes y su impacto en las tendencias de emisión.
- ❑ Cada Parte informará los resultados del **análisis de incertidumbre**, así como los métodos utilizados, los supuestos subyacentes, según corresponda, y las tendencias, al menos para el año de inicio y el último año de informe de la serie de tiempo del inventario.
- ❑ Cada Parte informará sobre las razones de la falta de integridad, incluida la información sobre cualquier brecha metodológica o de datos.
- ❑ Cada Parte informará el plan de GC/CC e información sobre los procedimientos de GC/CC ya implementados o que se implementarán en el futuro.

EL PERÚ PRIMERO

Periodo

- ❑ Cada Parte informará una serie temporal anual consistente **a partir de 1990**;
- ❑ **Flexibilidad:** informar en su lugar datos que cubran, como mínimo, el año / **período de referencia para su NDC** bajo el Artículo 4 del Acuerdo de París y, además , una serie temporal anual consistente desde al menos 2020 en adelante.
- ❑ Para cada Parte, el **último año de informe no será más de dos años antes de la presentación de su informe de inventario nacional**;
- ❑ **Flexibilidad:** último año de presentación de informes como **tres años antes** de la presentación de su informe de inventario nacional.

EL PERÚ PRIMERO

41

¡Muchas gracias!

EL PERÚ PRIMERO

42

Consultoría ICAT Elaboración del Inventario de GEI para el sector Desechos

Guías IPCC del 2006 – Desechos sólidos

Juan Luis Martín Ortega
Consultor Internacional
16/07/2020

EL PERÚ PRIMERO

1

Contenido de la presentación

1. Introducción
2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría
3. Aplicación de las metodologías en Perú
4. Resultados y plan de mejora

EL PERÚ PRIMERO

2

1. Introducción


EL PERÚ PRIMERO

3

Introducción

- El sector desechos se divide en cuatro categorías:
 - Eliminación de desechos sólidos (4A)
 - Tratamiento biológico de desechos (4B)
 - Incineración y quema a cielo abierto de desechos (4C)
 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D)
- En la **nomenclatura IPCC 2006** se sigue la siguiente estructura de actividades:
 - 1 sector
 - 1A Categoría
 - 1A3 Sub-categoría
 - 1A3a Fuente
 - 1A3ai sub-fuente

4

- Esta sería una tabla de reporte de emisiones para un año del sector desechos donde se puede ver la desagregación de categorías del sector.
- Las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías para la estimación de las emisiones de cada categoría. Así, tenemos un capítulo de las guías para cada categoría.
- Además, las guías incluyen un capítulo transversal sobre generación, composición y gestión de desechos. Asimismo, las guías incluyen un modelo para estimar la categoría 4A y anexos para facilitar la estimación.

Categorías	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4 DESECHOS			
4A Eliminación de desechos sólidos			
4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados			
4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados			
4A3 Sitios de eliminación de desechos no categorizados			
4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos			
4C Incineración e incineración abierta de desechos			
4C1 Incineración de desechos			
4C2 Incineración abierta de desechos			
4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales			
4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas			
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales			
4E Otros (sírvase especificar) ⁽²⁾			

**Directrices del IPCC de 2006 para los
inventarios nacionales de gases de efecto
invernadero
Volumen 5
Desechos**

Capítulo	Título del capítulo
-	Portada del Volumen 5 
1	Introducción 
2	Datos de generación, composición y gestión de desechos 
3	Eliminación de desechos sólidos  IPCC Waste Model (MS Excel)
4	Tratamiento biológico de los desechos sólidos 
5	Incineración e incineración abierta de desechos 
6	Tratamiento y eliminación de aguas residuales 
Anexo 1	Hojas de trabajo 

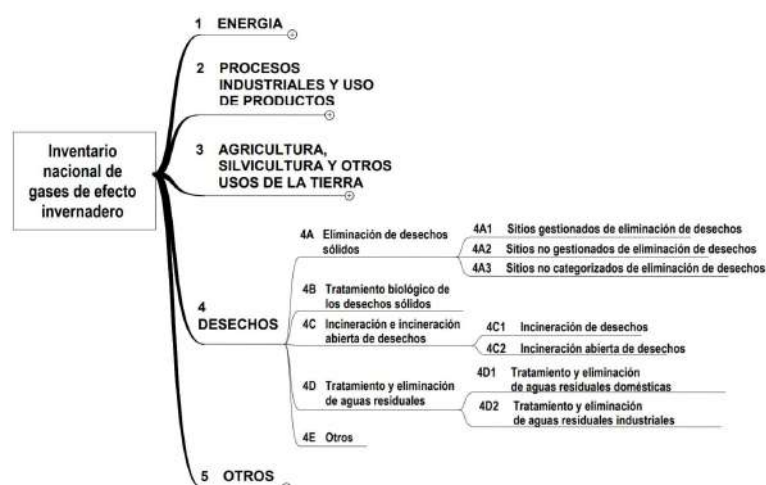
Introducción

- Los diferentes capítulos de las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías en diferentes niveles (Tier) para estimar las emisiones.
- Las guías están diseñadas de tal forma que las emisiones se pueden estimar con muy poca información, utilizando enfoques metodológicos por defecto.
- En general, podemos decir que existen los siguientes niveles metodológicos:
 - Tier 1: valores por defecto
 - Tier 2: valores nacionales
 - Tier 3: valores de planta o modelos específicos

7

Introducción

- Esta sería la estructura del sector desechos dentro del inventario



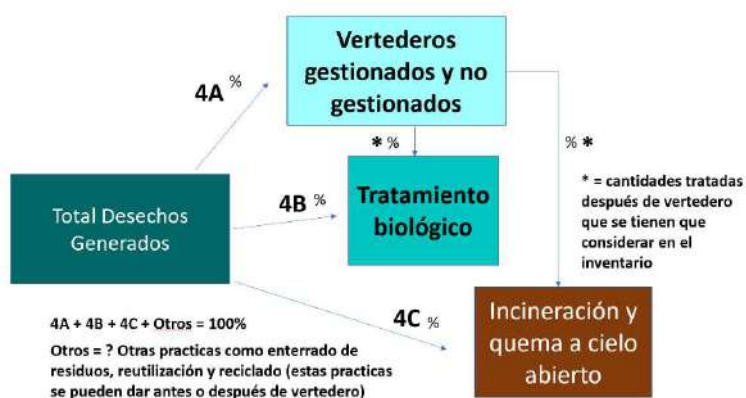
8

Introducción

- Las emisiones de desechos sólidos se incluyen en las categorías 4A, 4B y 4C.
 - Eliminación de desechos sólidos (4A)**
 - Tratamiento biológico de desechos (4B)**
 - Incineración y quema a cielo abierto de desechos (4C)**
 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D)
- El inventario debe incluir las emisiones de todos los desechos generados, ya sea en una categoría u otra.
- Las emisiones de CO₂ biogénico no se incluyen en el sector desechos.
- Las emisiones por el uso de desechos como fuente de energía se deben estimar y reportar en el sector energía del inventario.

9

Introducción



- Las estadísticas de gestión de desechos en el país son clave para realizar las estimaciones de forma consistente.

10

¿Qué diferencias existen entre las guías IPCC 2006 y las Guías IPCC 1996?

Las principales diferencias con respecto a desechos sólidos son:

- En IPCC 2006 hay un nuevo método para estimar las emisiones de la categoría 4A: método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay). Este método da mejores resultados que el método por balance de masas y con su aplicación se mejora considerablemente la estimación de las emisiones.
- Ahora hay metodologías para estimar el tratamiento biológico de desechos y la quema a cielo abierto.

11

2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría



12

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

4A Eliminación de desechos sólidos

- Los componentes orgánicos de los desechos acumulados se descomponen en condiciones anaeróbicas liberando metano.
- Las diferentes prácticas con respecto a la acumulación de los desechos, conllevan diferentes condiciones anaeróbicas.
- La descomposición de la materia orgánica ocurre a lo largo del tiempo principalmente en función del tipo de gestión utilizada, el tipo de residuo, y el clima.
- Estos elementos se consideran en el cálculo de emisiones con el método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay) que vemos en las siguientes diapositiva.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- El método FOD requiere de datos de población desde el año 1950.
- IPCC 2006 proporciona valores por defecto para el resto de las variables del modelo, principalmente:
 - Tasa de generación de residuos per cápita
 - Composición de los desechos
 - Parámetros de descomposición de los desechos
- El modelo se puede utilizar con datos por defecto o con datos nacionales.
- Los datos nacionales proporcionan una mucho mejor estimación de las emisiones, ajustada a la realidad del país. Además, los datos por defecto suelen ser conservadores, conllevando una mayor emisión que la que realmente sucede.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Las emisiones se calculan del como se observa en la ecuación 3.1 de IPCC 2006.

ECUACIÓN 3.1
EMISIONES DE CH₄ PROVENIENTES DE LOS SEDS

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \left[\sum_x \text{CH}_4 \text{ generado}_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - \text{OX}_T)$$

- La cantidad de metano generado se calcula para cada tipo de desecho (comida, madera, etc.) considerando la masa de desechos depositados, el carbono orgánico degradable y las características de descomposición.

T = año del inventario
 x = categoría o tipo de desecho y/o material
 R_T = CH₄ recuperado durante el año T, Gg
 OX_T = factor de oxidación durante el año T, (fracción)

- El CH₄ recuperado debe restarse de la cantidad de CH₄ generada. Sólo la fracción de CH₄ que no se recupera está sujeta a la oxidación en la capa de la cubierta de los SEDS. Las cantidades de gas utilizadas como energía deben considerarse en el sector energía.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

4B Tratamiento biológico de desechos

- Esta categoría se refiere a las cantidades de residuos orgánicos (comida, desechos de jardín, madera, etc.) utilizadas en compostaje y digestión anaerobia.
- Estas prácticas:
 - Reducen el volumen de desechos en sitios de eliminación
 - Se pueden utilizar para producir biogás para su uso posterior
 - Se pueden utilizar para obtener fertilizantes o correctores del suelo

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- En compostaje:
 - Una gran proporción del carbono orgánico degradable se convierte en CO₂ (biogénico)
 - Se emiten cantidades de Metano y N₂O
- En digestión anaeróbica:
 - Se produce biogás (CO₂ y metano)
 - Las emisiones de N₂O son negligibles

17

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- El cálculo de las emisiones se realiza utilizando cantidades de desechos tratadas por factores de emisión por defecto, sustrayendo cantidades de gas recuperadas, si procede.
- Se podrían utilizar valores de factor de emisión nacionales (basados en mediciones) para mejorar estimaciones

ECUACIÓN 4.1
EMISIONES DE CH₄ PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

ECUACIÓN 4.2
EMISIONES DE N₂O PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

18

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

4C Incineración y quema a cielo abierto de desechos

- La incineración controlada y la quema a cielo abierto conllevan emisiones de CO₂, metano y N₂O.
- Las emisiones de CO₂ biogénico no se reportan. De este modo, hay que determinar la cantidad de carbono fósil en los desechos.
- Las emisiones de metano se producen por una combustión incompleta a la hora de quemar los desechos.
- Las emisiones de N₂O se determinan por la temperatura de combustión, la composición del desecho y también la tecnología (relevante en el caso de la incineración).

19

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Cálculo de emisiones de CO₂.

ECUACIÓN 5.1
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ BASADA EN LA CANTIDAD TOTAL DE DESECHOS QUEMADOS

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones de CO ₂	=	emisiones de CO ₂ durante el año del inventario, Gg/año
SW _i	=	cantidad total de desechos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
dm _i	=	contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)
CF _i	=	fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), (fracción)
FCF _i	=	fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)
OF _i	=	factor de oxidación, (fracción)
44/12	=	factor de conversión de C en CO ₂
i	=	tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

20

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Cálculo de emisiones de CO₂.

ECUACIÓN 5.2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ BASADA EN LA COMPOSICIÓN DE LOS DSM

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{DSM} \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones de CO ₂	=	emisiones de CO ₂ durante el año del inventario, Gg/año
DSM	=	cantidad total de desechos sólidos municipales en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
WF _j	=	fracción de tipo/material de desechos del componente <i>j</i> en los DSM (en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta)
dm _j	=	contenido de materia seca en el componente <i>j</i> de los DSM incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)
CF _j	=	fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono) del componente <i>j</i> , (fracción)
FCF _j	=	fracción de carbono fósil en el carbono total del componente <i>j</i>
OF _j	=	factor de oxidación, (fracción)
44/12	=	factor de conversión de C en CO ₂
	con:	$\sum_j WF_j = 1$
<i>j</i>	=	componente de los DSM incinerado/sometido a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, desecho de alimentos, madera, desecho de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros desechos inertes.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Cálculo de emisiones de CH₄.

ECUACIÓN 5.4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CH₄ BASADA EN LA CANTIDAD TOTAL DE DESECHOS QUEMADOS

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	=	emisiones de CH ₄ durante el año del inventario, Gg/año
IW _i	=	cantidad de desechos sólidos de tipo <i>i</i> incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
EF _i	=	factor de emisión de CH ₄ agregado, kg. de CH ₄ /Gg de desechos
10 ⁻⁶	=	factor de conversión de kilogramos en gigagramos
<i>i</i>	=	categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente: DSM: desechos sólidos municipales, ISW: desecho sólido industrial, HW: desecho peligroso, CW: Desechos hospitalarios: desechos cloacales, otros (que deben especificarse)

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Cálculo de emisiones de N₂O.

ECUACIÓN 5.5
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N₂O BASADA EN LA ENTRADA DE DESECHOS A LOS INCINERADORES

$$Emisiones\ de\ N_2O = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Donde:

Emisiones de N₂O = emisiones de N₂O durante el año del inventario, Gg/año

IW_i = cantidad de desechos de tipo i incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

EF_i = factor de emisión de N₂O (kg. de N₂O/Gg de desechos) para desechos de tipo i

10^{-6} = factor de conversión de kilogramos en gigagramos

i = categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

DSM: desechos sólidos municipales, ISW: desecho sólido industrial, HW: desecho peligroso, CW: Desechos hospitalarios: lodos cloacales, otros (que deben especificarse)

3. Aplicación de las metodologías en Perú



Aplicación de las metodologías en Perú

Sumario por categoría

- **Eliminación de desechos sólidos (4A)**
 - Método FOD con parámetros nacionales de generación de desechos y composición de desechos (NAMA Residuos Sólidos & DGRS - MINAM). Estimación temporal de estos parámetros.
 - Se utiliza información sobre tipos de tratamientos (DGRS - MINAM)
 - Utilización de serie de población desde 1950 (INEI)
 - Cantidades de metano recuperado obtenidas a nivel de planta (proyectos CDM)
 - Se estiman las emisiones de metano, como requiere IPCC 2006

Aplicación de las metodologías en Perú

Sumario por categoría

- **Tratamiento biológico de desechos (4B)**

No se ha podido estimar por falta de información. Pese a no haber estimación, las estimaciones de las categorías 4A y 4C consideran el total de los desechos generados en el país. No hay infraestimación.

- **Incineración y quema a cielo abierto de desechos (4C)**

La incineración de desechos no se ha podido estimar por falta de información de este tipo de instalaciones.

Las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en quema de desechos a cielo abierto se han estimado utilizando información sobre generación per cápita y composición de residuos sólidos municipales en zona rural en zonas seleccionadas.

4. Resultados y plan de mejora

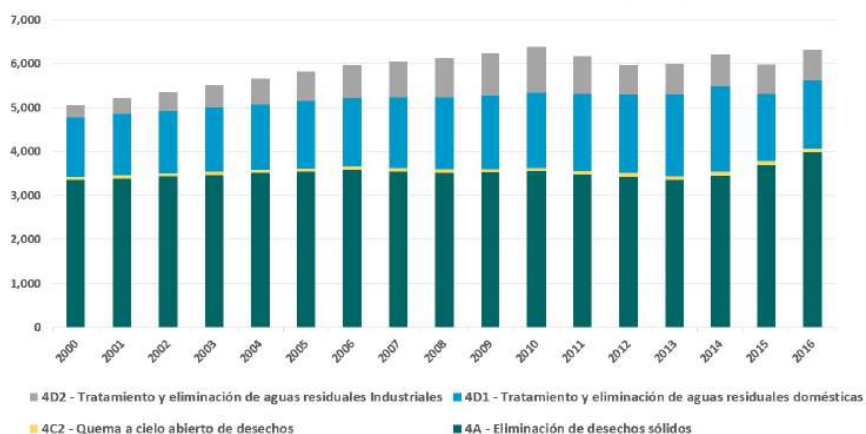


EL PERÚ PRIMERO

27

Resultados

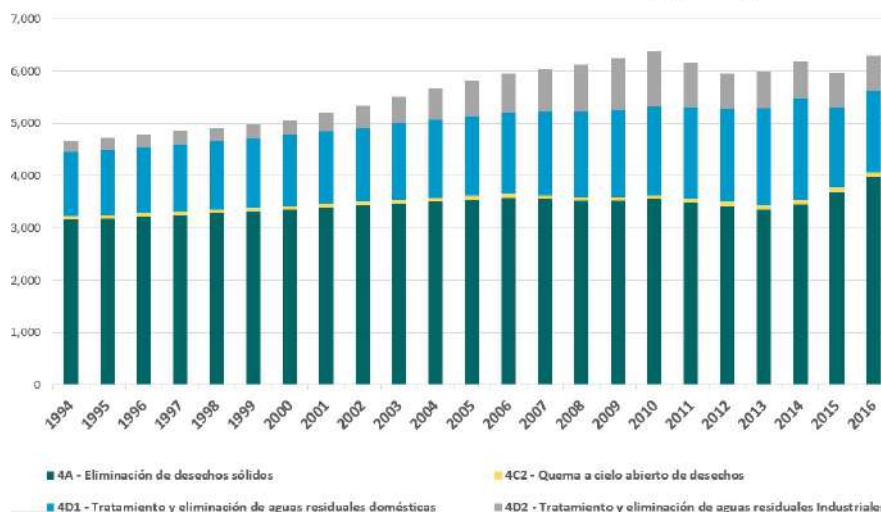
Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 2000 - 2016 (Gg CO₂-eq)



28

Resultados

Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 1994-2016 (Gg CO₂-eq)



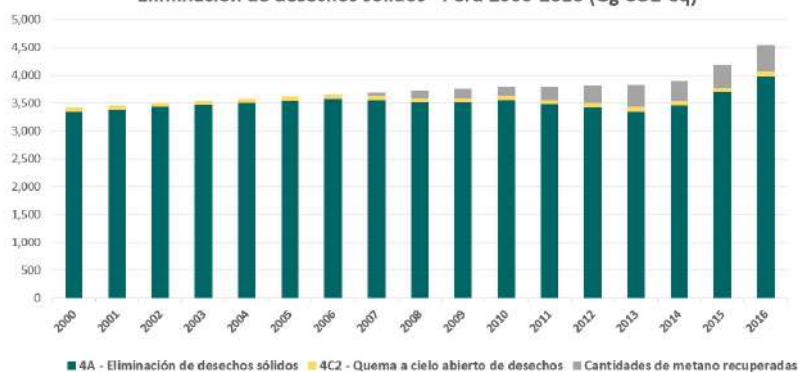
29

Resultados

Claves de las tendencias:

- Incremento general de las emisiones explicado por incremento de población
- Mejora de sistemas de gestión de residuos sólidos (recuperación de metano y reducción de quema a cielo abierto)

Eliminación de desechos sólidos - Perú 2000-2016 (Gg CO₂-eq)



30

Las principales mejoras identificadas

- Abordar la obtención de información de desechos industriales
- Abordar la obtención de información de tratamiento biológico de desechos
- Abordar la obtención de información de incineración controlada de desechos
- Complementariamente a lo anterior, abordar el mapeo de los tipos de gestión llevados a cabo para otros tipos de desechos: desechos peligrosos, médicos y cantidades de lodos procedentes de PTAR tratados en vertedero, entre otros, mejorarían las estimaciones.
- Continuar con la recopilación de información de GPC, composición, recolección, recuperación y disposición final en rellenos sanitarios es esencial para asegurar la sostenibilidad de la estimación.

¡Muchas gracias!

Consultoría ICAT Elaboración del Inventario de GEI para el sector Desechos

Guías IPCC del 2006 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Juan Luis Martín Ortega
Consultor Internacional
16/07/2020

EL PERÚ PRIMERO

1

Contenido de la presentación

1. Introducción
2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría
3. Aplicación de las metodologías en Perú
4. Resultados y plan de mejora

EL PERÚ PRIMERO

2

1. Introducción


EL PERÚ PRIMERO

3

Introducción

- El sector desechos se divide en cuatro categorías:
 - Eliminación de desechos sólidos (4A)
 - Tratamiento biológico de desechos (4B)
 - Incineración y quema a cielo abierto de desechos (4C)
 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D)
- En la **nomenclatura IPCC 2006** se sigue la siguiente estructura de actividades:
 - 1 sector
 - 1A Categoría
 - 1A3 Sub-categoría
 - 1A3a Fuente
 - 1A3ai sub-fuente

4

- Esta sería una tabla de reporte de emisiones para un año del sector desechos donde se puede ver la desagregación de categorías del sector.
- Las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías para la estimación de las emisiones de cada categoría. Así, tenemos un capítulo de las guías para cada categoría.
- Además, las guías incluyen un capítulo transversal sobre generación, composición y gestión de desechos. Asimismo, las guías incluyen un modelo para estimar la categoría 4A y anexos para facilitar la estimación.

Categorías	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4 DESECHOS			
4A Eliminación de desechos sólidos			
4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados			
4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados			
4A3 Sitios de eliminación de desechos no categorizados			
4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos			
4C Incineración e incineración abierta de desechos			
4C1 Incineración de desechos			
4C2 Incineración abierta de desechos			
4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales			
4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas			
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales			
4E Otros (sírvase especificar) ⁽²⁾			

**Directrices del IPCC de 2006 para los
inventarios nacionales de gases de efecto
invernadero
Volumen 5
Desechos**

Capítulo	Título del capítulo
-	Portada del Volumen 5 
1	Introducción 
2	Datos de generación, composición y gestión de desechos 
3	Eliminación de desechos sólidos  IPCC Waste Model (MS Excel)
4	Tratamiento biológico de los desechos sólidos 
5	Incineración e incineración abierta de desechos 
6	Tratamiento y eliminación de aguas residuales 
Anexo 1	Hojas de trabajo 

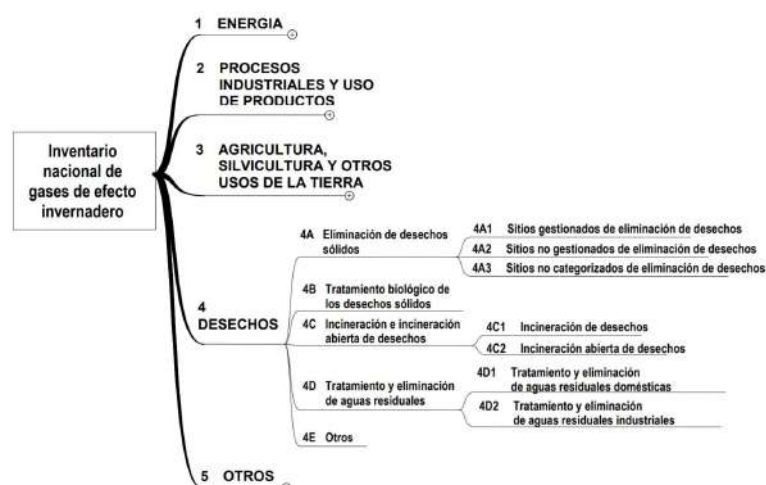
Introducción

- Los diferentes capítulos de las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías en diferentes niveles (Tier) para estimar las emisiones.
- Las guías están diseñadas de tal forma que las emisiones se pueden estimar con muy poca información, utilizando enfoques metodológicos por defecto.
- En general, podemos decir que existen los siguientes niveles metodológicos:
 - Tier 1: valores por defecto
 - Tier 2: valores nacionales
 - Tier 3: valores de planta o modelos específicos

7

Introducción

- Esta sería la estructura del sector desechos dentro del inventario



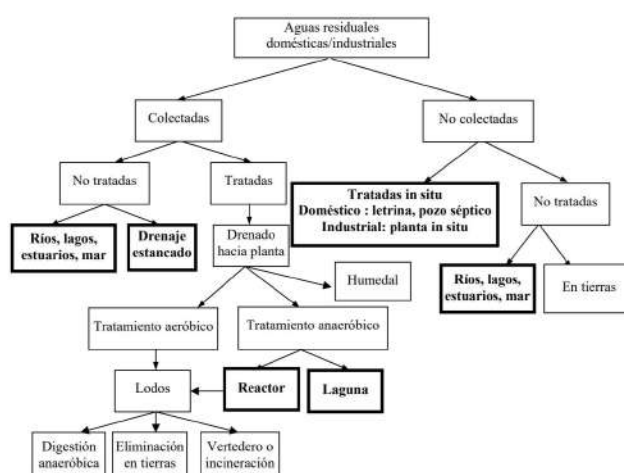
8

Introducción

- El inventario debe incluir las emisiones de todos los desechos generados, ya sea en una categoría u otra.
- Las aguas residuales pueden ser una fuente de metano (CH₄) cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N₂O). Las emisiones de CO₂ biogénico no se incluyen en el sector desechos.
- Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües.

9

Introducción



- Las estadísticas sobre tipos de descargas y/o tratamientos en el país son clave para realizar las estimaciones de forma consistente.

10

¿Qué diferencias existen entre las guías IPCC 2006 y las Guías IPCC 1996?

Las principales diferencias con respecto a tratamiento de aguas son:

- Las guías IPCC 1996 incluían ecuaciones separadas para la estimación de las emisiones provenientes de las aguas residuales y de los lodos separados de ellas. Esta distinción se ha eliminado porque las capacidades de generación de CH₄ de los lodos y de las aguas residuales con sustancias orgánicas disueltas son generalmente las mismas y no requieren de ecuaciones diferentes.
- Las Directrices del 2006 incluyen una nueva sección para la estimación de emisiones de CH₄ provenientes de las aguas no recolectadas.

11

2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría



12

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

Emisiones de metano

- Tanto las aguas residuales como los lodos que contienen pueden producir CH₄ por degradación anaeróbica. La cantidad de CH₄ producido depende principalmente de la cantidad de materia orgánica degradable contenido en las aguas residuales, de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento.
- El factor principal para determinar el potencial de generación de CH₄ de las aguas residuales es la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas. Los parámetros usuales para medir el componente orgánico de las aguas residuales son el requisito bioquímico de oxígeno (BOD, del inglés, en Biochemical Oxygen Demand) y el requisito químico de oxígeno (COD, del inglés, en Chemical Oxygen Demand). En las mismas condiciones, las aguas residuales con mayor concentración de COD o BOD, producen, en general, más CH₄.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- IPCC 2006 propone 3 niveles metodológicos para la categoría:
 - El método de Nivel 1 (Tier 1) aplica valores por defecto para el factor de emisión y para los parámetros de la actividad. Este método se considera de buena práctica para los países con escasa disponibilidad de datos.
 - El método de Nivel 2 (Tier 2) sigue la misma metodología que el Nivel 1, pero permite la incorporación de un factor de emisión específico del país y de datos de la actividad específicos del país. Por ejemplo, un factor de emisión específico para un importante sistema de tratamiento.
 - Para un país con buenos datos y metodologías avanzadas, se puede aplicar una metodología específica del país, como un método de Nivel 3 (Tier 3). Un método aún más avanzado, específico del país, puede basarse en datos específicos de cada planta en las grandes instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Los datos de la actividad para esta categoría son la cantidad total de materia orgánica degradable en las aguas servidas (TOW, del inglés, Total Organic Waste). Este parámetro es una función de la población humana y del índice de generación de BOD por persona.

ECUACIÓN 6.3
TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$TOW = P \bullet BOD \bullet 0.001 \bullet I \bullet 365$$

Donde:

- TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
P = población del país en el año del inventario, (personas)
BOD = BOD per cápita específico del país en el año del inventario, g/persona/día, véase el Cuadro 6.4
0,001 = conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD
I = factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)

Los valores del factor *I* en la Ecuación 6.3 se basan en el dictamen de expertos realizado por los autores. *I* representa el BOD generado por las industrias y los establecimientos (p. ej., restaurantes, carnicerías, o tiendas de comestibles) que se co-descarga junto con las aguas servidas de origen doméstico. En algunos países, la información disponible basada en las licencias industriales para la descarga de desechos puede servir para mejorar *I*. En caso contrario, se recomienda el dictamen de expertos. Las estadísticas de población total pueden

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Carga orgánica - requisito bioquímico de oxígeno (BOD)
- En Perú hemos utilizado el valor de 50, definido en la norma OS.090.
- Una vez tenemos la variable de actividad (el TOW), calculamos las emisiones como se muestra en la siguiente diapositiva.

CUADRO 6.4
VALORES DE BOD₅ ESTIMADOS PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR REGIONES Y PAÍSES SELECCIONADOS

País/Región	BOD ₅ (g/persona/día)	Intervalo	Referencia
África	37	35 – 45	1
Egipto	34	27 – 41	1
Asia, Oriente Medio, América Latina	40	35 – 45	1
India	34	27 – 41	1
Cisjordania y Franja de Gaza (Palestina)	50	32 – 68	1
Japón	42	40 – 45	1
Brasil	50	45 – 55	2
Canadá, Europa, Rusia, Oceanía	60	50 – 70	1
Dinamarca	62	55 – 68	1
Alemania	62	55 – 68	1
Grecia	57	55 – 60	1
Italia	60	49 – 60	3
Suecia	75	68 – 82	1
Turquía	38	27 – 50	1
Estados Unidos	85	50 – 120	4

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- El uso de sistemas y/o vías de tratamiento de aguas servidas suele diferir para los residentes rurales y urbanos.
- Igualmente, en los países en desarrollo, es probable que haya diferencias entre grupos urbanos de alto y de bajo nivel de ingresos.
- Por lo tanto, se introduce el factor U para expresar cada fracción de grupo de ingresos.

ECUACIÓN 6.1
EMISIONES TOTALES DE CH₄ PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Donde:

Emisiones de CH₄ = emisiones de CH₄ durante el año del inventario, kg. de CH₄/año
 TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
 S = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de BOD/año
 U_i = fracción de la población del grupo de ingresos *i* en el año de inventario, véase el Cuadro 6.5.
 T_{i,j} = grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación *j*, para cada fracción de grupo de ingresos *i* en el año del inventario, véase el Cuadro 6.5.
 i = grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos.
 j = cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
 EF_j = factor de emisión, kg. de CH₄/kg. de BOD

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

ECUACIÓN 6.2
FACTOR DE EMISIÓN DE CH₄ PARA CADA VÍA O SISTEMA DE TRATAMIENTO Y/O ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Donde:

EF_j = factor de emisión, kg. de CH₄/kg. de BOD
 j = cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
 B_o = capacidad máxima de producción de CH₄, kg. de CH₄/kg. de COD
 MCF_j = factor corrector para el metano (fracción) (véase el Cuadro 6.3)

- El parámetro B_o es común para todos los tipos de tratamiento, por defecto: 0.6 kg CH₄/kg BOD
- Sin embargo, los factores de emisión dependen del tipo de descarga y tipo de tratamiento realizado

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Estos son los valores de MCF que propone IPCC 2006 para diferentes tratamientos/descargas.
- En definitiva, las emisiones dependen de la cantidad de agua descargada/tratada en cada tipo de tratamiento.
- Se podrían estimar los MCF o las emisiones de los sistemas de tratamiento nacionales. Esto permitiría obtener mejores estimaciones de emisiones. Mientras tanto, es necesario utilizar valores por defecto.
- Al ser los tipos de tratamiento distintos para la población urbana y rural, IPCC sugiere diferenciarlas. La siguiente tabla muestra ejemplos de otros países y valores que se podrían utilizar para diferenciar entre el MCF a aplicar.

CUADRO 6.3
VALORES DE MCF POR DEFECTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF ¹	Intervalo
Sistema sin tratamiento			
Eliminación en río, lago y mar	Los ríos con alto contenido de sustancias orgánicas pueden volverse anaeróbicos.	0,1	0 – 0,2
Chocas estancada	Abierta y caliente.	0,5	0,4 – 0,8
Chocla en movimiento (abierta o cerrada).	Corriente, limpia. (cantidades insignificantes de CH ₄ desde las estaciones de bombeo, etc.)	0	0
Sistema tratado			
Planta de tratamiento centralizado aeróbico	Debe ser bien operada. Puede emitir algo de CH ₄ desde las cuencas de decantación y otros tanques.	0	0 – 0,1
Planta de tratamiento centralizado aeróbico	Mal operada. Sobrecargada.	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	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
Sistema séptico	La mitad del BOD se decanta en tanques anaeróbicos.	0,5	0,5
Letrina	Clima seco, capa freática más baja que la letrina, familia reducida (3-5 personas)	0,1	0,05 – 0,15
Letrina	Clima seco, capa freática más baja que la letrina, uso comunitario (muchos usuarios)	0,5	0,4 – 0,6
Letrina	Clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina	0,7	0,7 – 1,0
Letrina	Extracción frecuente de sedimentos para abono	0,1	0,1

¹ En base al dictamen de expertos de los autores principales de esta sección

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

TABLE 6.5
SUGGESTED VALUES FOR URBANISATION (U) AND DEGREE OF UTILISATION OF TREATMENT, DISCHARGE PATHWAY OR METHOD (T_{ij}) FOR EACH INCOME GROUP FOR SELECTED COUNTRIES

Country	Urbanization (U) ¹			Degree of utilisation of treatment or discharge pathway or method for each income group (T _{ij}) ²									
	Fraction of Population			U=rural					U=urban high income				
	Rural	urban-high ³	urban-low ³	Septic Tank	Latrine	Other	Sewer ⁴	None	Septic Tank	Latrine	Other	Sewer ⁴	None
Africa													
Nigeria	0.52	0.10	0.38	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.32	0.31	0.00	0.37	0.00
Egypt	0.57	0.09	0.34	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.15	0.05	0.10	0.70	0.00
Kenya	0.62	0.08	0.30	0.02	0.28	0.04	0.10	0.56	0.32	0.31	0.00	0.37	0.00
South Africa	0.39	0.12	0.49	0.10	0.28	0.04	0.10	0.48	0.15	0.15	0.00	0.70	0.00
Asia													
China	0.59	0.12	0.29	0.00	0.47	0.50	0.00	0.03	0.18	0.08	0.07	0.67	0.00
India	0.71	0.06	0.23	0.00	0.47	0.10	0.10	0.33	0.18	0.08	0.07	0.67	0.00
Indonesia	0.54	0.12	0.34	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00
Pakistan	0.65	0.07	0.28	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00
Bangladesh	0.72	0.06	0.22	0.00	0.47	0.00	0.10	0.43	0.18	0.08	0.00	0.74	0.00
Japan	0.20	0.80	0.00	0.20	0.00	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	0.00
Europe													
Russia	0.27	0.73	0.00	0.30	0.10	0.00	0.60	0.00	0.10	0.00	0.00	0.90	0.00
Germany ⁵	0.06	0.94	0.00	0.20	0.00	0.00	0.80	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00
United Kingdom	0.10	0.90	0.00	0.11	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
France	0.24	0.76	0.00	0.37	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Italy	0.32	0.68	0.00	0.42	0.00	0.00	0.58	0.00	0.04	0.00	0.00	0.96	0.00
North America													
United States	0.22	0.78	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00
Canada	0.20	0.80	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00
Latin America and Caribbean													
Brazil	0.16	0.25	0.59	0.00	0.45	0.00	0.10	0.45	0.00	0.20	0.00	0.80	0.00
Mexico	0.25	0.19	0.56	0.00	0.45	0.00	0.10	0.45	0.00	0.20	0.00	0.80	0.00
Oceania													
Australia and New Zealand	0.08	0.92	0.00	0.90	0.02	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

Emisiones de N₂O

- Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o en el mar. Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas servidas pueden considerarse fuentes menores.
- Para esta categoría, IPCC 2006 sólo describe un enfoque metodológico.

21

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

ECUACIÓN 6.7 EMISIONES DE N₂O PROVENIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES EFLUENTES

$$\text{Emisiones de } N_2O = N_{\text{EFLUENTE}} \cdot EF_{\text{EFLUENTE}} \cdot 44 / 28$$

Donde:

Emisiones de N₂O = emisiones de N₂O durante el año del inventario. kg. de N₂O/año

N_{EFLUENTE} = nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg. de N/ año

EF_{EFLUENTE} = factor de emisión para las emisiones de N₂O provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg. de N₂O/kg. de N

El factor 44/28 corresponde a la conversión de kg. de N₂O-N en kg. de N₂O.

El factor de emisión por defecto del IPCC es de 0,005 (0,0005 – 0,25) Kg. N₂O-N/Kg. N.

22

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- La información clave para realizar este cálculo es el consumo per cápita de proteína, que se explica por nuestra dieta.
- En ausencia de valores nacionales, IPCC 2006 recomienda utilizar valores de la FAO.

ECUACIÓN 6.8
NITRÓGENO TOTAL EN LOS EFLUENTES

$$N_{EFLUENTE} = (P \cdot Proteína \cdot F_{NPR} \cdot F_{NON-CON} \cdot F_{IND-COM}) - N_{LODO}$$

Donde:

$N_{EFLUENTE}$	=	cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, kg. de N/año
P	=	población humana
$Proteína$	=	consumo per cápita anual de proteínas, kg./persona/año
F_{NPR}	=	fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0,16, kg. de N/kg. de proteína
$F_{NON-CON}$	=	factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales
$F_{IND-COM}$	=	factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado
N_{LODO}	=	nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0), kg. de N/año

3. Aplicación de las metodologías en Perú



Aplicación de las metodologías en Perú

Para las estimaciones de emisiones de metano

- Se utilizó información base de población (INEI), población con acceso a alcantarillado, volúmenes totales recolectados y tratados (SUNASS).
- Para los parámetros de la estimación, se estimaron los grados de utilización por tipo de tratamiento para las zonas urbanas y rurales.
- En el caso de Perú, no se realiza ninguna diferenciación por renta, asumiendo que no hay diferencias entre el tipo de descarga y tratamiento de aguas por la renta de la población urbana.

Aplicación de las metodologías en Perú

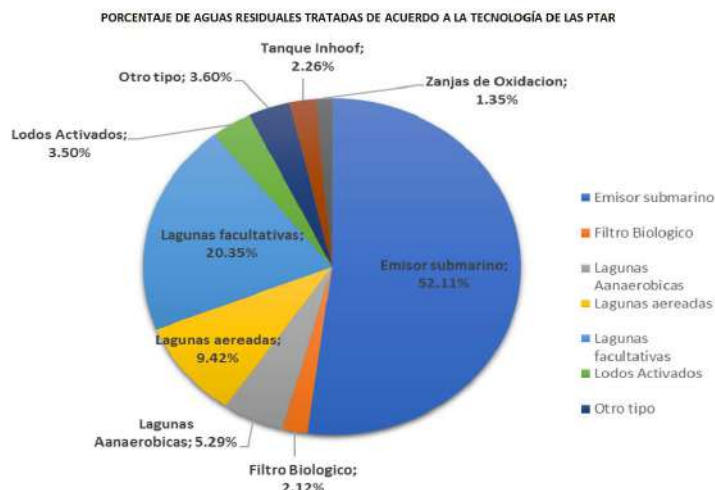
Grado de utilización por tipo de tratamiento

- Para la parte urbana se trabajó con SUNASS para obtener información sobre los tipos de tratamiento en el país.
- Se realizó una correspondencia entre los tratamientos nacionales y los de IPCC 2006 para poder aplicar la metodología.
- Para la parte rural se trabajó Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para obtener información sobre viviendas con acceso a sistemas de eliminación de excretas y tipos de tratamiento

Aplicación de las metodologías en Perú

Grado de utilización por tipo de tratamiento - urbano

- Ejemplo de información proporcionada por SUNASS sobre % de aguas tratadas por tipo de tratamiento en PTAR
- Con esta información se realizó una correspondencia con los tratamientos IPCC 2006.



27

Aplicación de las metodologías en Perú

Grado de utilización por tipo de tratamiento - urbano



28

Aplicación de las metodologías en Perú

Grado de utilización por tipo de tratamiento - rural

Año	Aguas sin recolectar - Río, lago, mar.,	Aguas recolectadas sin tratar - Cloaca - estancada y en movimiento	Aguas recolectadas - tratadas			Total
			Planta de tratamiento centralizado aeróbico	Letrinas	Tanque séptico	
2000	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2001	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2002	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2003	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2004	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2005	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2006	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2007	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2008	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2009	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2010	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2011	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2012	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2013	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2014	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2015	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%
2016	93.02%	1.49%	2.688%	1.337%	1.463%	100%

Aplicación de las metodologías en Perú

6.2.3 Aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales alcantarillados domésticos. Si se las incluye en las emisiones de aguas de CH_4 procedentes del tratamiento industrial que contiene significantes previstas o no. Las sustancias orgánicas en términos de COD, como se hace aquí

Así, hay una parte de las emisiones que “pertenecen” a aguas domésticas y otra a aguas industriales.

ECUACIÓN 6.3
TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 0.001 \cdot I \cdot 365$$

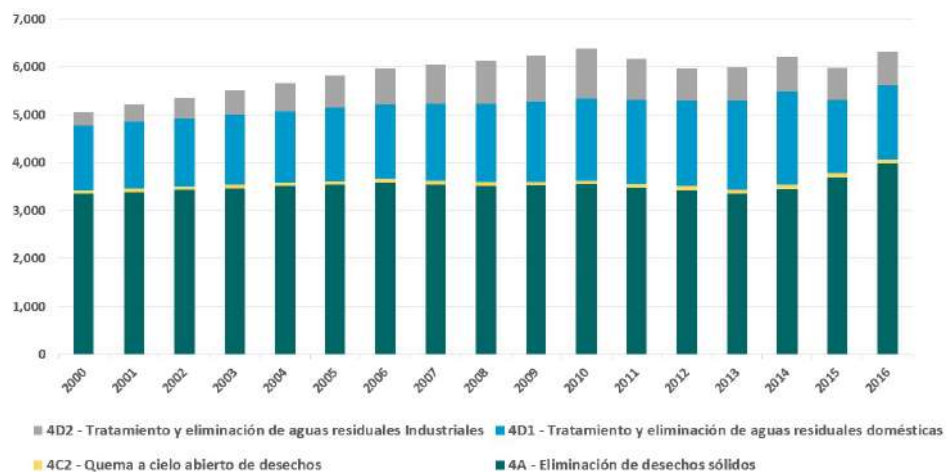
Donde:

- TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
- P = población del país en el año del inventario, (personas)
- BOD = BOD per cápita específico del país en el año del inventario, g/persona/día, véase el Cuadro 6.4
- 0,001 = conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD
- I = factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)

Los valores del factor *I* en la Ecuación 6.3 se basan en el dictamen de expertos realizado por los autores. *I* representa el BOD generado por las industrias y los establecimientos (p. ej., restaurantes, carnicerías, o tiendas de comestibles) que se co-descarga junto con las aguas servidas de origen doméstico. En algunos países, la información disponible basada en las licencias industriales para la descarga de desechos puede servir para mejorar *I*. En caso contrario, se recomienda el dictamen de expertos. Las estadísticas de población total pueden

Resultados

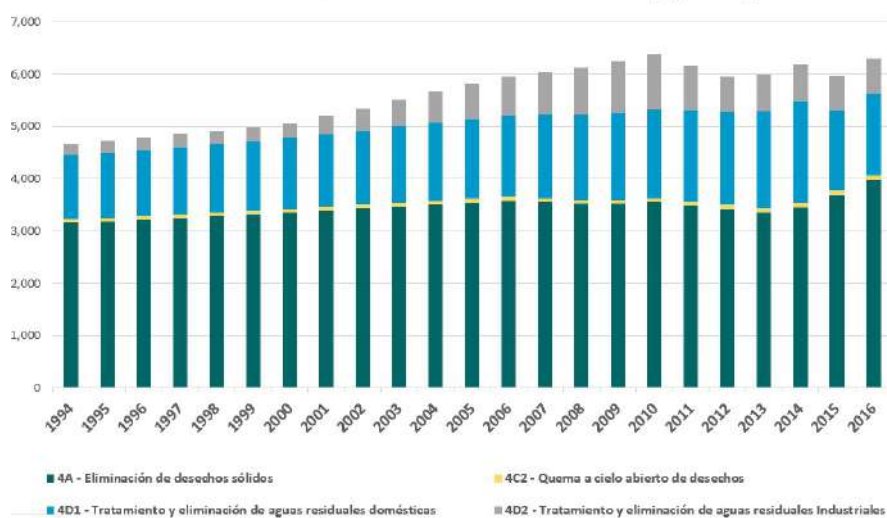
Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 2000 - 2016 (Gg CO₂-eq)



31

Resultados

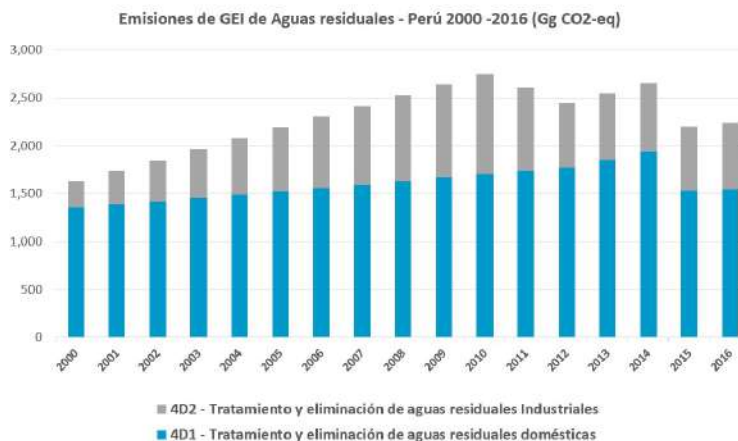
Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 1994-2016 (Gg CO₂-eq)



32

Claves de las tendencias:

- Tendencia creciente de las emisiones explicado por incremento de población
- La disminución a partir del año 2015 se debe al cambio en los tipos de tratamiento (ver tabla grado de utilización)



Las principales mejoras identificadas

- El principal área de mejora de aguas residuales se encuentra en aguas industriales. Las estimaciones de aguas domésticas se deben actualizar junto con las de aguas industriales (cambiando el factor de ajuste si procede).
- En aguas domésticas, es necesario revisar la serie histórica de volúmenes totales recolectados y volúmenes totales tratados (se realizó un ajuste que es necesario revisar).
- Mejorar la información disponible sobre los tratamientos nacionales que se utilizan en las PTAR, incluso obteniendo parámetros específicos al país.
- Recopilar información de lodos generados en PTAR que se envían a vertedero mejoraría las estimaciones del país.
- La información del área rural es un área de mejora relevante, tanto en tipos de tratamientos como en cantidades descargadas y tratadas.
- A futuro, el inventario requeriría un registro consolidado sobre volumen recolectados y tratados por tipo de tratamiento, en línea con los esfuerzos que ya se están realizando en el país.
- Continuar con la colaboración institucional es imprescindible para la calidad del inventario.

¡Muchas gracias!

EL PERÚ PRIMERO

Consultoría ICAT Elaboración del Inventario de GEI para el sector Desechos

Guías IPCC del 2006 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Juan Luis Martín Ortega
Consultor Internacional
16/07/2020

EL PERÚ PRIMERO

1

Contenido de la presentación

1. Introducción
2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría
3. Aplicación de las metodologías en Perú
4. Resultados y plan de mejora

EL PERÚ PRIMERO

2

1. Introducción



EL PERÚ PRIMERO

3

Introducción

- El sector desechos se divide en cuatro categorías:
 - Eliminación de desechos sólidos (4A)
 - Tratamiento biológico de desechos (4B)
 - Incineración y quema a cielo abierto de desechos (4C)
 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D)
- En la **nomenclatura IPCC 2006** se sigue la siguiente estructura de actividades:
 - 1 sector
 - 1A Categoría
 - 1A3 Sub-categoría
 - 1A3a Fuente
 - 1A3ai sub-fuente

4

- Esta sería una tabla de reporte de emisiones para un año del sector desechos donde se puede ver la desagregación de categorías del sector.
- Las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías para la estimación de las emisiones de cada categoría. Así, tenemos un capítulo de las guías para cada categoría.
- Además, las guías incluyen un capítulo transversal sobre generación, composición y gestión de desechos. Asimismo, las guías incluyen un modelo para estimar la categoría 4A y anexos para facilitar la estimación.

Categorías	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
4 DESECHOS			
4A Eliminación de desechos sólidos			
4A1 Sitios de eliminación de desechos gestionados			
4A2 Sitios de eliminación de desechos no gestionados			
4A3 Sitios de eliminación de desechos no categorizados			
4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos			
4C Incineración e incineración abierta de desechos			
4C1 Incineración de desechos			
4C2 Incineración abierta de desechos			
4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales			
4D1 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas			
4D2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales			
4E Otros (sírvase especificar) ⁽²⁾			

**Directrices del IPCC de 2006 para los
inventarios nacionales de gases de efecto
invernadero
Volumen 5
Desechos**

Capítulo	Título del capítulo
-	Portada del Volumen 5 
1	Introducción 
2	Datos de generación, composición y gestión de desechos 
3	Eliminación de desechos sólidos  IPCC Waste Model (MS Excel)
4	Tratamiento biológico de los desechos sólidos 
5	Incineración e incineración abierta de desechos 
6	Tratamiento y eliminación de aguas residuales 
Anexo 1	Hojas de trabajo 

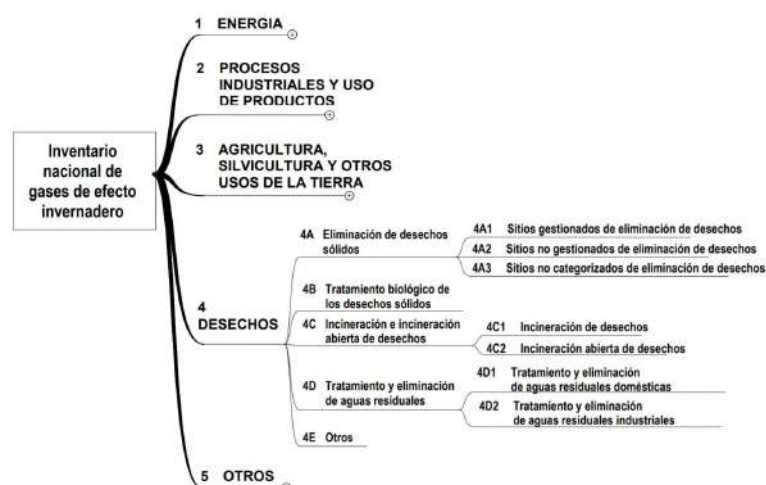
Introducción

- Los diferentes capítulos de las guías IPCC 2006 proporcionan metodologías en diferentes niveles (Tier) para estimar las emisiones.
- Las guías están diseñadas de tal forma que las emisiones se pueden estimar con muy poca información, utilizando enfoques metodológicos por defecto.
- En general, podemos decir que existen los siguientes niveles metodológicos:
 - Tier 1: valores por defecto
 - Tier 2: valores nacionales
 - Tier 3: valores de planta o modelos específicos

7

Introducción

- Esta sería la estructura del sector desechos dentro del inventario



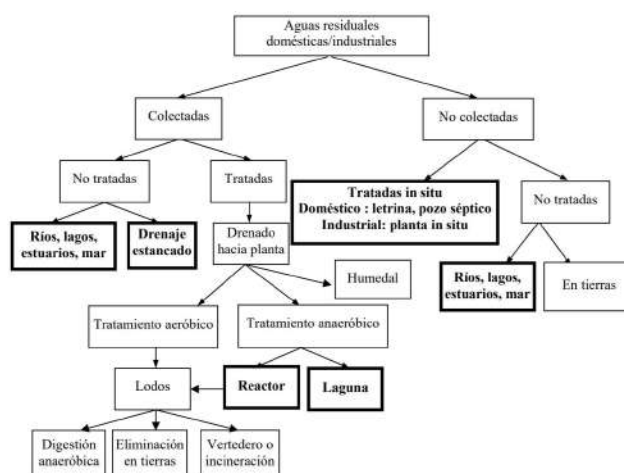
8

Introducción

- El inventario debe incluir las emisiones de todos los desechos generados, ya sea en una categoría u otra.
- Las aguas residuales pueden ser una fuente de metano (CH₄) cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N₂O). Las emisiones de CO₂ biogénico no se incluyen en el sector desechos.
- Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües.

9

Introducción



- Las estadísticas sobre tipos de descargas y/o tratamientos en el país son clave para realizar las estimaciones de forma consistente.

10

¿Qué diferencias existen entre las guías IPCC 2006 y las Guías IPCC 1996?

Las principales diferencias con respecto a tratamiento de aguas son:

- Para aguas industriales no ha habido muchos cambios entre ediciones de IPCC.
- Se han reducido el número de industrias intentando simplificar el cálculo, centrándose en las principales industrias generadoras de aguas industriales.

11

2. Metodologías IPCC 2006 para la categoría



12

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

Emisiones de metano

- Tanto las aguas residuales como los lodos que contienen pueden producir CH₄ por degradación anaeróbica. La cantidad de CH₄ producido depende principalmente de la cantidad de materia orgánica degradable contenido en las aguas residuales, de la temperatura y del tipo de sistema de tratamiento.
- El factor principal para determinar el potencial de generación de CH₄ de las aguas residuales es la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas. Los parámetros usuales para medir el componente orgánico de las aguas residuales son el requisito bioquímico de oxígeno (BOD, del inglés, en Biochemical Oxygen Demand) y el requisito químico de oxígeno (COD, del inglés, en Chemical Oxygen Demand). En las mismas condiciones, las aguas residuales con mayor concentración de COD o BOD, producen, en general, más CH₄.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- IPCC 2006 propone 3 niveles metodológicos para la categoría:
 - El método de Nivel 1 (Tier 1) aplica valores por defecto para el factor de emisión y para los parámetros de la actividad. Este método se considera de buena práctica para los países con escasa disponibilidad de datos.
 - El método de Nivel 2 (Tier 2) sigue la misma metodología que el Nivel 1, pero permite la incorporación de un factor de emisión específico del país y de datos de la actividad específicos del país. Por ejemplo, un factor de emisión específico para un sistema de tratamiento o valores de carga orgánica específicos de la industria.
 - Para un país con buenos datos y metodologías avanzadas, se puede aplicar una metodología específica del país, como un método de Nivel 3 (Tier 3). Un método aún más avanzado, específico del país, puede basarse en datos específicos de cada planta en las grandes industrias generadoras de aguas residuales industriales.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Los datos de la actividad para esta categoría son la cantidad total de materia orgánica degradable en las aguas residuales (TOW, del inglés, Total Organic Waste). Este parámetro es una función de la producción industrial y del índice de generación de COD por industria.

ECUACIÓN 6.6
MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

$$TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot COD_i$$

Donde:

- TOW_i = total de la materia degradable de manera orgánica en las aguas residuales de la industria i , kg. de COD/año
- i = sector industrial
- P_i = producto industrial total del sector industrial i , t/año
- W_i = aguas residuales generadas, m^3/t_{producto}
- COD_i = requerimiento químico de oxígeno (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales), kg. de COD/ m^3

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- IPCC 2006 propone valores de carga orgánica - requerimiento químico de oxígeno (COD) y generación de aguas por industria.
- En Perú hemos utilizado estos valores propuestos por IPCC 2006. A futuro, es aconsejable obtener valores nacionales.
- Una vez tenemos la variable de actividad (el TOW), calculamos las emisiones como se muestra en la siguiente diapositiva.

CUADRO 6.9
EJEMPLOS DE DATOS SOBRE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Tipo de industria	Generación de aguas residuales W (m^3 /tonelada)	Intervalo para W (m^3 /tonelada)	COD (kg/m^3)	Intervalo del COD (kg/m^3)
Refinado de alcohol	24	16 – 32	11	5 – 22
Malta y cerveza	6,3	5,0 – 9,0	2,9	2 – 7
Café	ND	ND –	9	3 – 15
Productos lácteos	7	3 – 10	2,7	1,5 – 5,2
Procesamiento del pescado	ND	8 – 18	2,5	
Carnes y aves	13	8 – 18	4,1	2 – 7
Sustancias químicas orgánicas	67	0 – 400	3	0,8 – 5
Refinerías de petróleo	0,6	0,3 – 1,2	1,0	0,4 – 1,6
Plásticos y resinas	0,6	0,3 – 1,2	3,7	0,8 – 5
Pulpa y papel (combinados)	162	85 – 240	9	1 – 15
Jabón y detergentes	ND	1,0 – 5,0	ND	0,5 – 1,2
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).

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Para cada industria, las emisiones se calculan como la cantidad orgánica generada (TOW) por un factor de emisión.
- Los factores de emisión dependen del tipo de tratamiento que se haga con las aguas en cada industria.
- Es necesario identificar si las industrias tienen tratamiento de aguas in-situ o si descargan al alcantarillado doméstico.

ECUACIÓN 6.4 EMISIONES TOTALES DE CH₄ PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Donde:

Emisiones de CH ₄	=	emisiones de CH ₄ durante el año del inventario, kg. de CH ₄ /año
TOW	=	total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria <i>i</i> durante el año del inventario, kg. de COD/año
<i>i</i>	=	sector industrial
<i>S_i</i>	=	componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de COD/año
EF _{<i>i</i>}	=	factor de emisión para la industria <i>i</i> , kg. de CH ₄ /kg. de COD para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizado(s) en el año del inventario

Si en una industria se utiliza más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

ECUACIÓN 6.5 FACTOR DE EMISIÓN DE CH₄ PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Donde:

EF _{<i>j</i>}	=	factor de emisión para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación, kg. de CH ₄ /kg. de COD
<i>j</i>	=	cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
B _o	=	capacidad máxima de producción de CH ₄ , kg. de CH ₄ /kg. de COD
MCF _{<i>j</i>}	=	factor de corrección para el metano (fracción) (véase el Cuadro 6.8)

- El parámetro B_o es común para todos los tipos de tratamiento, por defecto: 0.25 kg CH₄/kg BOD
- Sin embargo, los factores de emisión dependen del tipo de descarga y tipo de tratamiento realizado

Metodologías IPCC 2006 para la categoría

- Estos son los valores de MCF que propone IPCC 2006 para diferentes tratamientos/descargas.
- En definitiva, las emisiones dependen de la cantidad de agua descargada/tratada en cada tipo de vía/tratamiento.
- Se podrían estimar los MCF o los factores de emisión de los sistemas de tratamiento nacionales. Esto permitiría obtener mejores estimaciones de emisiones. Mientras tanto, es necesario utilizar valores por defecto.

CUADRO 6.8 VALORES DE MCF POR DEFECTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES			
Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF ¹	Intervalo
No tratadas			
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
Tratado			
Planta de tratamiento aeróbico	Debe ser bien gestionada. Puede emitir algo de CH ₄ desde las cuencas de decantación y otros tanques.	0	0 – 0,1
Planta de tratamiento aeróbico	Mal operada. Sobrecargada	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico (e. ej., UASB, Reactor de membrana fija)	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	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

¹ Basado en dictamen de expertos realizado por los autores principales de esta sección

19

3. Aplicación de las metodologías en Perú



20

Aplicación de las metodologías en Perú

- Se construyó la serie de variable de actividad (producción por tipo de industria) utilizando información sobre producción estimada en RAGEIs anteriores. Para el año 2016, la información procede de la Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos (OGEIEE) y la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del PRODUCE (2017).
- La lista de productos considerados incluyó una larga lista sobre la cual se hizo una correspondencia entre productos e industrias, para aquellas industrias propuestas por IPCC 2006.
- Se realizaron conversiones de unidades para obtener cantidades en términos de masa, utilizando factores de conversión.

21

Aplicación de las metodologías en Perú

- Para asignar factores de emisión por tipo de industria, se utilizó información de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) sobre los tipos de tratamientos existentes en la industria.
- Esta información permitió identificar que algunas industrias utilizan tratamientos específicos, lo cual sirvió para asignar un factor de emisión IPCC para esas industrias.
- Sin embargo, no se pudo asignar un factor de emisión para todas las industrias, pues la información de ANA sobre tipos de tratamiento no es exhaustiva.
- Para esas industrias en las que no se conoce el tratamiento, se ha aplicado un factor de emisión medio de los tipos de tratamiento utilizados en las PTAR del país.

22

Aplicación de las metodologías en Perú

Tipo de tratamiento por industria

Rubro	Tipo de tratamiento de acuerdo a ANA	Factor
Refinado de alcohol	Se desconoce	
Malta y cerveza	Tratamiento biológico	Planta d
Carnes y Aves	Tratamiento biológico	Planta d
Hortalizas, frutas y jugos	Se desconoce	
Aceites vegetales	Tratamiento biológico	Planta d
Productos lácteos	Tratamiento biológico	Planta d
Refinación de azúcar	Se desconoce	
Vinos y vinagres	Se desconoce	
Pulpa y papel (combinados)	Físico químico	Elimi
Refinerías de petróleo	Se desconoce	
Sustancias químicas orgánicas	Se desconoce	
Jabón y detergentes	Se desconoce	
Elaboración de pescado	Físico químico	Eliminación en río, mar...

CUADRO 6.8 VALORES DE MCF POR DEFECTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES			
Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF ¹	Intervalo
No tratadas			
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
Tratado			
Planta de tratamiento aeróbico	Debe ser bien gestionada. Puede emitir algo de CH ₄ desde las cuencas de decantación y otros tanques.	0	0 – 0,1
Planta de tratamiento aeróbico	Mal operada. Sobrecargada	0,3	0,2 – 0,4
Digestor anaeróbico para lodos	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	0,8	0,8 – 1,0
Reactor anaeróbico (e. ej., UASB, Reactor de membrana fija)	Aquí no se considera la recuperación de CH ₄ .	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

¹ Basado en dictamen de expertos realizado por los autores principales de esta sección

23

Aplicación de las metodologías en Perú

6.2.3 Aguas residuales

Las aguas residuales industriales pueden ser alcantarillados domésticos. Si se las evacua, se incluye en las emisiones de aguas servidas de CH₄ procedentes del tratamiento *in situ* industrial que contiene significantes cargas previstas o no. Las sustancias orgánicas en términos de COD, como se hace aquí.

para reducir la mejora futura de las aguas residuales para reflejar la realidad.

Así, hay una parte de las emisiones que se reportan en la categoría 4D2 que en realidad “pertenecen” a aguas domésticas, ya que son descargas industriales realizadas en los sistemas de descarga domésticos.

ECUACIÓN 6.3
TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

$$TOW = P \cdot BOD \cdot 0.001 \cdot I \cdot 365$$

Donde:

- TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de BOD/año
 P = población del país en el año del inventario, (personas)
 BOD = BOD per cápita específico del país en el año del inventario, g/persona/día, véase el Cuadro 6.4
 0,001 = conversión de gramos de BOD a kilogramos de BOD
 I = factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)

Los valores del factor *I* en la Ecuación 6.3 se basan en el dictamen de expertos realizado por los autores. *I* representa el BOD generado por las industrias y los establecimientos (p. ej., restaurantes, carnicerías, o tiendas de comestibles) que se co-descarga junto con las aguas servidas de origen doméstico. En algunos países, la información disponible basada en las licencias industriales para la descarga de desechos puede servir para mejorar *I*. En caso contrario, se recomienda el dictamen de expertos. Las estadísticas de población total pueden

24

Resultados

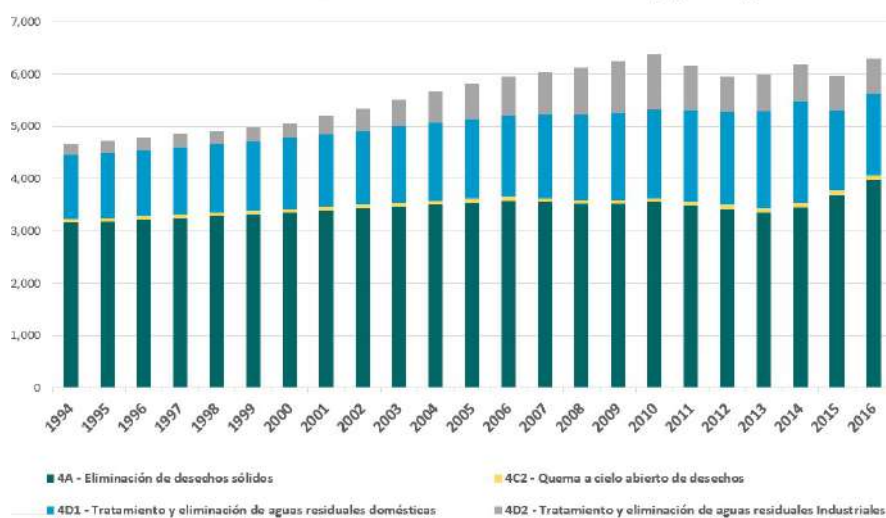
Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 2000 - 2016 (Gg CO₂-eq)



25

Resultados

Emisiones de GEI del sector desechos - Perú 1994-2016 (Gg CO₂-eq)



26

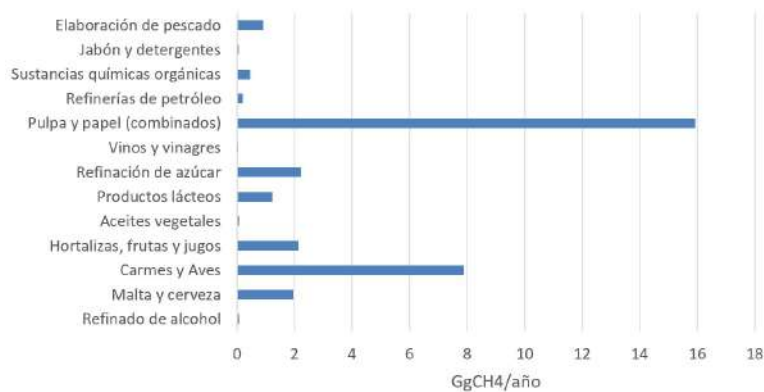
Claves de la tendencia de aguas industriales:

- Tendencia creciente de las emisiones hasta 2010 explicada por incremento de producción. Desde entonces, descenso.
- Las tecnologías de tratamiento muy probablemente han evolucionado a lo largo del tiempo. Sin embargo, eso no lo vemos en los resultados, ya que aplicamos FE constantes en toda la serie.



Claves de la tendencia de aguas industriales:

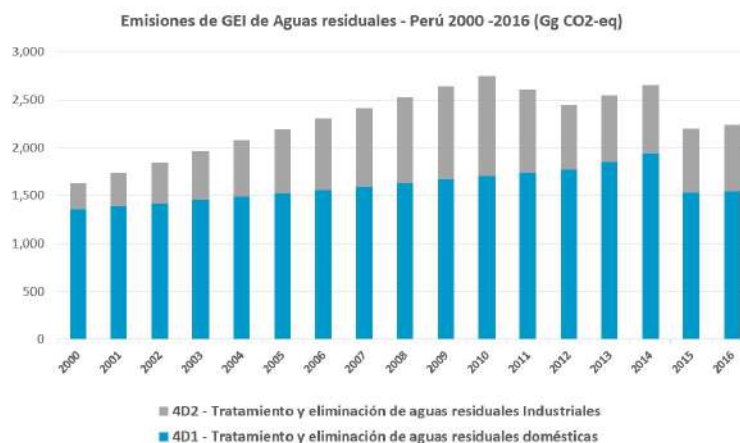
- La contribución de las industrias de la pulpa y papel y carnes y aves son las más significativas. Estas industrias se debieran priorizar en mejoras futuras del inventario.



Emisiones en el año 2016 (Gg CH₄)

Claves de las tendencias de aguas residuales:

- Tendencia creciente de las emisiones explicado por incremento de población y PBI.
- La disminución a partir del año 2015 se debe al cambio en los tipos de tratamiento de aguas domésticas (ver tabla grado de utilización). Un efecto similar al de aguas doméstica debe de haber ocurrido en aguas industriales, pero no lo estamos captando.



Las principales mejoras identificadas

- El principal área de mejora de aguas residuales se encuentra en aguas industriales. Las estimaciones de aguas domésticas se deben actualizar junto con las de aguas industriales (cambiando el factor de ajuste si procede).
- Es necesario identificar qué industrias tienen tratamiento in-situ y qué tipos de tratamiento realizan.
- A largo plazo, sería conveniente trabajar con una selección de plantas para obtener información sobre cantidad de agua utilizada, carga orgánica en las aguas residuales, capacidad máxima de producción de metano y parámetros de los tratamientos realizados. Esta acción ya se ha comenzado a abordar en esta edición del inventario.
- Hay margen de mejora en las estimaciones realizadas para obtener la variable de actividad. Sin embargo, la prioridad de este sector se debe enfocar en identificar qué industrias tienen tratamiento in-situ y qué tratamientos realizan. Si no existe tratamiento in-situ, no será necesario realizar la estimación en el futuro y tendremos que incluir el ajuste en aguas domésticas.
- Continuar con la colaboración institucional es imprescindible para la calidad del inventario.

¡Muchas gracias!

EL PERÚ PRIMERO