PERÚ Ministerio del Ambiente

Guía N° 6:
Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
SECTOR DESECHOS

Categoría: Efluentes Industriales

Guía N° 6: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Desechos.
Categoría: Efluentes Industriales

Elaborado por:
© Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.
Av. Javier Prado Oeste 1440. San Isidro / Lima – Perú / T: (511) 611 6000 / F: Anexo 1634
http://infocarbono.minam.gob.pe / infocarbono@minam.gob.pe

En colaboración con:

PNUD

BID
Banco Interamericano de Desarrollo

I. INTRODUCCIÓN 4

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL INFOCARBONO 4

III. GESTIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 5

1. FLUJO DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL RAGEI 6
2. PRESENTACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ANTE EL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD 6
3. CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN, PRESENTACIÓN Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 9

IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO 10

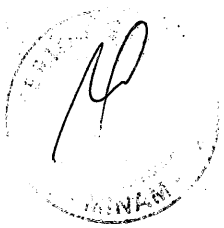
1. CATEGORÍAS Y FUENTES 10
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 13
3. INCERTIDUMBRE 16
4. CONTROL DE CALIDAD 17
4.1. Técnicas generales de control de calidad 17
4.2. Técnicas específicas de control de calidad 19
5. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GEI 19
5.1. Información nacional disponible para elaboración del RAGEI 19
5.2. Flujo de información 20
6. HOJA DE CÁLCULO 23
6.1. Presentación de la hoja de cálculo 23
6.2. Flujos de cálculo 25
7. REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 27
7.1. Características principales de la información 27
7.2. Ciclo para la elaboración del RAGEI 29
7.3. Contenido del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero 30
8. SUGERENCIAS 30

V. GLOSARIO 32

VI. ANEXOS 37

ABREVIATURAS

BUR	Informe Bienal de Actualización (Biennial Update Report, BUR por sus siglas en inglés)
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas
CH_4	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2e	Dióxido de carbono equivalente
DGCCDRH	Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos
FE	Factor de Emisión
Gg	Gigagramos
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GL1996	Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996
GL2006	Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
GBP2000	Guía de Buenas Prácticas del 2000
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC por sus siglas en Inglés)
MINAM	Ministerio del Ambiente
N_2O	Óxido Nitroso
t	toneladas



I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), aprobadas por Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, el Ministerio del Ambiente (MINAM), entre otras funciones, diseñará y aprobará, en coordinación con las entidades competentes, formatos, lineamientos, metodologías, guías u otro instrumento similar, para la implementación y funcionamiento del INFOCARBONO.

En este sentido, el MINAM ha elaborado la **Guía N° 6: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Desechos. Categoría: Efluentes Industriales,** con el objetivo de orientar el proceso de elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) del sector desechos, correspondiente a la categoría de efluentes industriales, de conformidad con las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996 (GL1996).

La presente guía proporciona metodologías destinadas a estimar las emisiones antropogénicas por fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal y podrá ser actualizada por el MINAM, en caso se realice algún cambio metodológico, incorporación de nueva información u otro similar. La entidad que aplique la presente guía podrá sugerir las modificaciones correspondientes al MINAM.

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL INFOCARBONO

El 19 de diciembre del 2014 se publicó en el Diario Oficial El Peruano el Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, mediante el cual se aprueban las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INFOCARBONO) cuya finalidad es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de GEI.

El INFOCARBONO contribuirá a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto.

El MINAM, a través de la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH), es responsable de implementar, administrar y conducir el INFOCARBONO. Asimismo, las entidades competentes de distintos sectores del gobierno se encargarán de elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, en el marco de lo establecido en las Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), el cual servirá como insumo para generar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), con periodicidad anual, que será difundido al público a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y el Anuario de Estadísticas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

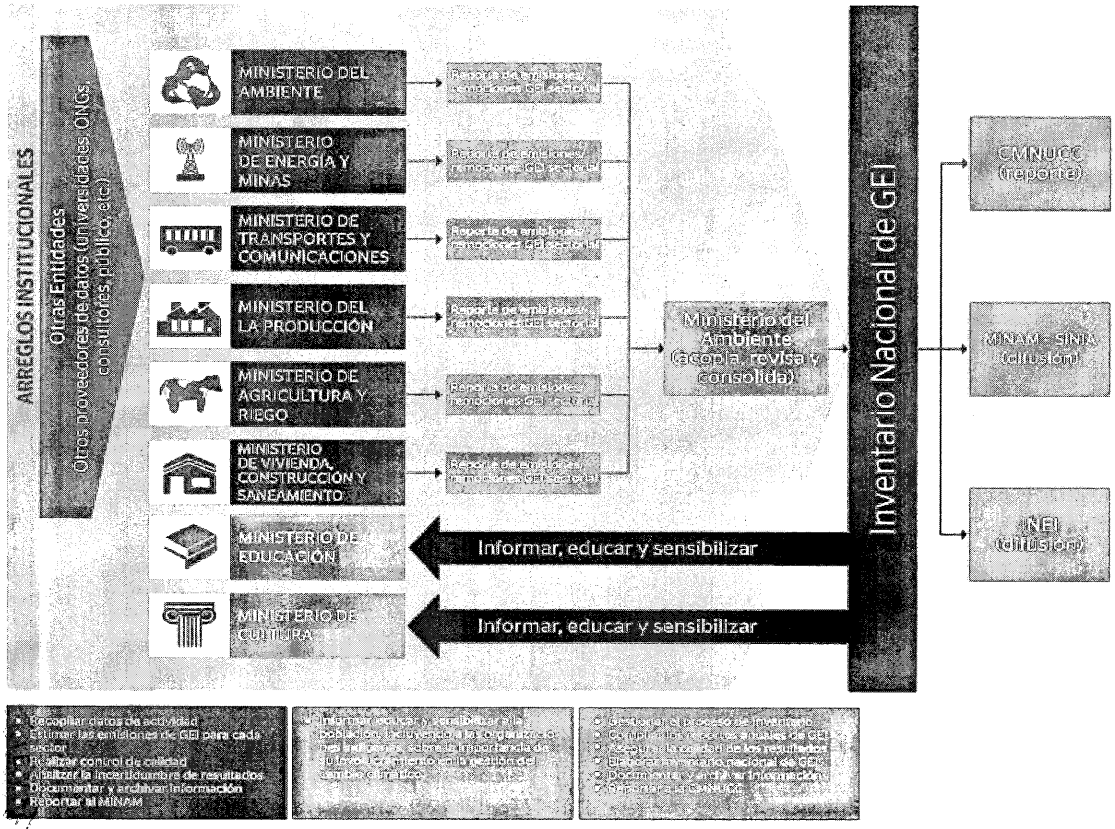
En tal sentido, las entidades competentes, de acuerdo al Decreto Supremo en mención, tendrán a su cargo las siguientes funciones:

a) Promover mecanismos conducentes a la generación, recopilación y sistematización de información vinculada a gases de efecto invernadero.
b) Requerir información vinculada a la emisión y remoción de gases de efecto invernadero, así como controlar la calidad de la información recibida.
c) Elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero.

d) Suscribir convenios u otros mecanismos similares con entidades públicas o privadas para la obtención de la información vinculada a gases de efecto invernadero, en caso corresponda.
e) Informar, educar y sensibilizar a la población incluyendo a las organizaciones indígenas, sobre la importancia de su involucramiento en la gestión del cambio climático.

El esquema del proceso del INFOCARBONO se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 1. Esquema del proceso del INFOCARBONO



III. GESTIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El Ministerio de la Producción (PRODUCE) deberá comunicar mediante oficio al MINAM el órgano técnico[1] que estará a cargo de elaborar el RAGEI.

Se recomienda que el órgano técnico a cargo de la elaboración del RAGEI realice las siguientes actividades[2]:

a) Realizar una reunión de inicio para planificar la elaboración del RAGEI, identificando y asignando las tareas que correspondan.

[1] Se refiere a las direcciones de línea, grupos de trabajo, comisiones u otro similar de índole técnica, que forman parte de las entidades que estarán a cargo de elaborar el RAGEI.
[2] En el Anexo 1 se sugiere el perfil del profesional que puede apoyar en el proceso de elaboración del RAGEI.

b) Realizar una reunión con las direcciones de línea y/o entidades generadoras de información para analizar cuál es la información que se necesita para la elaboración del RAGEI, a fin de tomar acciones de corto plazo (1 año), mediano plazo (4 años) y largo plazo (8 años).
c) Asegurar la disponibilidad del personal para que realicen las actividades asignadas para el desarrollo del RAGEI.
d) Solicitar a las direcciones de línea y/o instituciones correspondientes información para la elaboración del RAGEI, con periodicidad anual.
e) Elaborar el RAGEI, a partir de la información obtenida, siguiendo los procedimientos técnicos establecidos en la presente guía.
f) Presentar el RAGEI a las instituciones generadoras de información, para confirmar que toda la información, recolectada y procesada, sea la correcta.
g) Designar, al menos, un miembro del equipo de elaboración del RAGEI para que realice un control de calidad de la información y verifique que los cálculos realizados sean los correctos.
h) Remitir el RAGEI al MINAM, en el mes de junio de cada año.
i) Sugerir y/o realizar estudios para generar, clarificar y/o mejorar la información.
j) Proponer al MINAM la actualización de la guía, en caso corresponda.

El MINAM a través de la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH) participará en el proceso de elaboración del RAGEI, mediante las siguientes acciones:

a) Brindar asistencia técnica a las entidades competentes.
b) Actualizar los formatos, lineamientos, metodologías, guías u otro instrumento similar, para la implementación y funcionamiento del INFOCARBONO.
c) Recopilar, sistematizar y evaluar la información contenida en el RAGEI.
d) Solicitar a la entidad aclaraciones o precisiones sobre el RAGEI, cuando correspondan.
e) Sistematizar la información del RAGEI para la elaboración del INGEI.

1. FLUJO DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL RAGEI

El órgano técnico a cargo de elaborar el RAGEI deberá solicitar información a las direcciones de línea, del MINEM u otras entidades, según corresponda, cuyo detalle se encuentra contenida en el ítem 5.2 y Anexo 2 de la presente guía.

2. PRESENTACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ANTE EL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD

El RAGEI, que está acompañado de la hoja de cálculo[3] y los documentos que respaldan la información consignada en el mismo, deberá ser remitido al MINAM, de la siguiente manera:

a) Subir el RAGEI, en versión digital, en el aplicativo *inforcarbono.minam.gob.pe*, utilizando el usuario y clave proporcionado por el MINAM.
b) Remitir el RAGEI, en físico, al Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales del MINAM, indicando que su versión digital se encuentra disponible en el aplicativo señalado en el párrafo precedente.

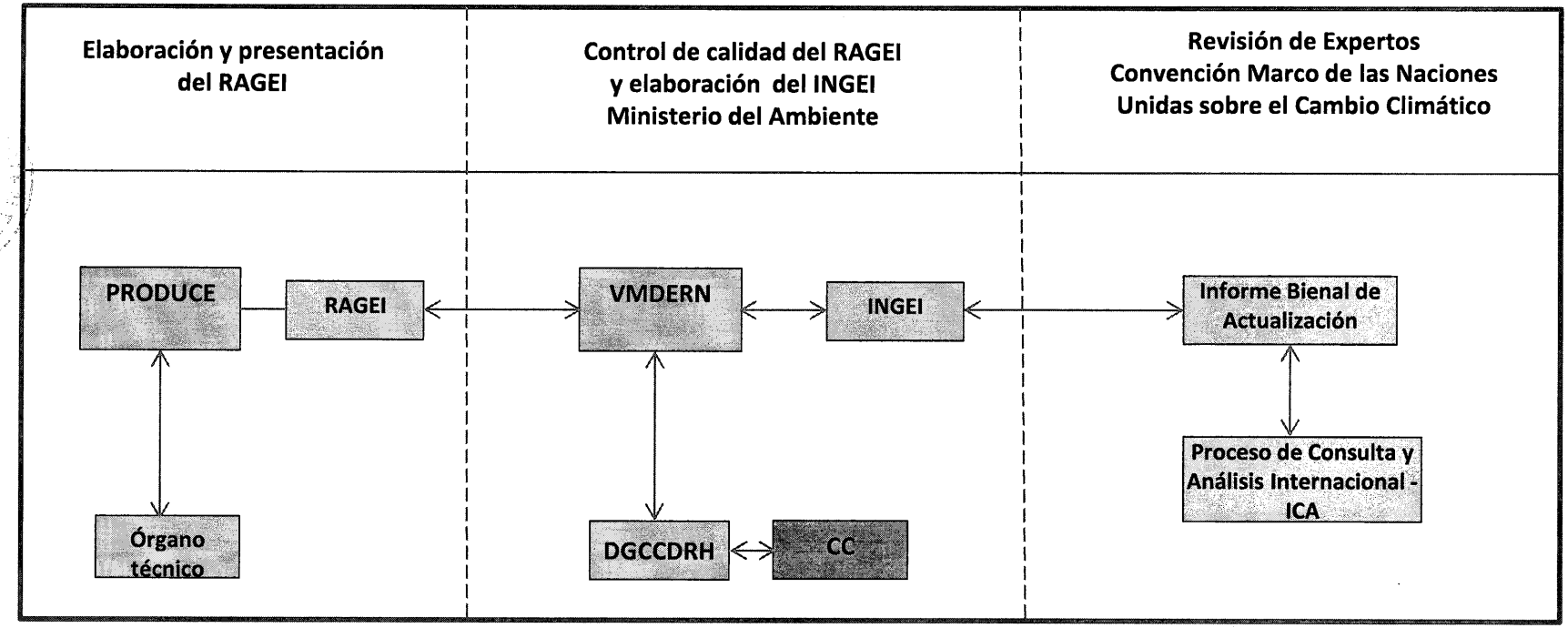
[3] Se refiere a la hoja de cálculo para la estimación de emisiones de GEI, en la sección 6 se detalla información sobre su contenido y estructura. Esta hoja de cálculo está disponible en el siguiente link: http://infocarbono.minam.gob.pe/desechos-efluentes-industriales/

Durante el proceso de elaboración del INGEI, el MINAM revisará la información contenida en el RAGEI y, en caso corresponda, solicitará las aclaraciones y precisiones correspondientes, a través de reuniones de coordinación que serán registradas en actas.

El INGEI será reportado a la CMNUCC, a través de las Comunicaciones Nacionales y del Informe Bienal de Actualización. Este último Informe será revisado por el International Consultation and Analysis (ICA por sus siglas en inglés) que es un proceso conducido por un equipo técnico de expertos de la CMNUCC. En este sentido, en caso se reciba observaciones del equipo técnico de expertos, se podrá solicitar nuevamente aclaraciones y precisiones de la información del RAGEI.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el proceso para elaborar y presentar el RAGEI al MINAM, así como el proceso de control de calidad.

Figura 2. Proceso para elaborar y presentar el RAGEI al MINAM y proceso de control de calidad



Fuente: elaboración propia

Leyenda:

CC:	Control de Calidad
DGCCDRH:	Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos
INGEI:	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
PRODUCE	Ministerio de la Producción
RAGEI:	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
VMDERN:	Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales

3. CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN, PRESENTACIÓN Y PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DEL REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se sugiere el siguiente cronograma para la presentación oportuna del RAGEI (Tabla 1). La fecha de presentación del RAGEI al MINAM deberá realizarse en el mes de junio de cada año.

Tabla 1. Cronograma de elaboración, presentación y proceso de control de calidad del RAGEI

Actividad	Año anterior						Año de presentación del RAGEI											
	MES																	
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inicio de recopilación de información																		
Elaboración del RAGEI.																		
Subir el RAGEI en el aplicativo inforcarbono.minam.gob.pe.																		
Presentación del RAGEI, en físico, al MINAM.																		
Análisis y levantamiento de observaciones al RAGEI.																		

Fuente: elaboración propia

IV. PROCEDIMIENTO TÉCNICO

Este procedimiento técnico ha sido elaborado siguiendo las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996[4] (GL1996) y la Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero[5] (OBP2000); tomando como base la experiencia del último INGEI con año base 2012. En ese sentido, dicho procedimiento aborda los siguientes temas:

a) Categorías y fuentes
b) Metodología de cálculo
c) Incertidumbre
d) Control de calidad
e) Información disponible para la elaboración del RAGEI
f) Hoja de cálculo
g) Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
h) Sugerencias

1. CATEGORÍAS Y FUENTES

La presente guía se refiere a las emisiones de metano generado por el tratamiento in situ de los efluentes industriales.

En este marco, con el fin de reportar las emisiones y/o remociones y mantener un orden y uniformidad con otros inventarios nacionales de GEI se han establecido categorías y fuentes. Aun así es posible cambiar los conceptos de niveles de subcategoría o fuente, de acuerdo a la realidad nacional, siempre que se cubra la totalidad de las fuentes de emisión.

Las fuentes de emisión por categorías considera la codificación en letras y números. El primer nivel[6] utiliza los números del 1 al 6, correspondientes a los sectores de un inventario; el segundo nivel utiliza las letras mayúsculas, correspondientes a las categorías del sector; el tercer nivel es identificado por números, correspondientes a las subcategorías; el cuarto nivel utiliza letras en minúsculas, correspondientes a las fuentes; y el quinto nivel utiliza letras en números romanos en minúscula[7], que corresponden a las subfuentes.

Tabla 2. Niveles de codificación de las fuentes y denominación

Nivel de codificación de las categorías y fuentes	Denominación en esta guía
6	Primero nivel de categoría: Sector
B	Segundo nivel de categoría: Categoría
1	Tercer nivel de categoría: Subcategoría
a,b	Cuarto nivel de categoría: Fuente

Fuente: Elaboración propia

En el presente caso, al sector desechos le corresponde el número 6. Asimismo, dicho sector está compuesto por la categoría tratamiento de aguas residuales donde se encuentra efluentes industriales (código: 6B1).

[4] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/wastspan.html
[5] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/5_Waste_ES.pdf
[6] Originalmente el IPCC considera 04 sectores, pero se ha modificado tomando las condiciones particulares del país.
[7] GL2006, Volumen 1, Capítulo 8.

Codificación		Categorías de fuentes y sumideros
6		**Desechos**
	6A	Disposición de residuos sólidos
	6B	Tratamiento de aguas residuales
	6B1	Efluentes Industriales

La Tabla 3 muestra las categorías, subcategorías, fuentes y sub-fuentes que componen el sector Desechos – Efluentes Industriales, así como la descripción de las mismas, de acuerdo a lo establecido[8], por las GL2006.

Asimismo, para diferenciar el nivel de codificación, se ha usado el color rojo para el sector (S), el azul para las categorías (C), el naranja para las sub-categorías (SC), el verde para las fuentes (F), el negro para las sub fuentes (SF).

[8] GL2006, Volumen 1, capítulo 8.

Tabla 3. Codificación y Categorías del sector Desechos – Efluentes Industriales

Codificación[1]					Nombre de la categoría	Explicación	Gases
S	C	SC	F	SF			
6					**Desechos**		CO_2, CH_4, N_2O, NOx, CO, COVDM, SO_2
	6A				Eliminación de desechos sólidos		
	6B				**Tratamiento de aguas residuales**[2]	Los métodos de tratamiento de aguas residuales más difundidos en los países desarrollados son las instalaciones centralizadas para el tratamiento aeróbico de estas aguas y las lagunas para aguas residuales, tanto domésticas como industriales.	CH_4, N_2O NOx, CO, COVDM
		6B1			**Efluentes industriales**[3]	Emisiones de metano que se generan en los procesos de recolección, tratamiento y disposición en aguas superficiales de las aguas residuales y lodos generados procedentes de industrias tales como: alimentos, textiles, pulpa y producción de papel, entre otras.	CH_4, N_2O NOx, CO, COVDM
		6B2			**Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas**	Las instalaciones de tratamiento de aguas servidas pueden incluir etapas de procesos anaeróbicos. El CH_4 generado en ese tipo de instalaciones puede recuperarse y quemarse en antorcha o en un dispositivo de energía. La cantidad de CH_4 que se quema en antorcha o se recupera para generar energía debe restarse del total de las emisiones, mediante el uso de un parámetro separado para la recuperación de CH_4.	
			6B2a		Aguas residuales domésticas	Manejo de aguas residuales y lodo, de fuentes domésticas y comerciales (incluyendo residuos humanos), a través de la recolección y tratamiento de aguas residuales, letrinas o descarga en fuentes de agua.	
			6B2b		Excretas humanas	Se genera emisiones de N_2O de las excretas humanas.	

Fuente: Elaboración propia

Notas:
1 Los símbolos para la codificación son: S: Sector; C: Categoría; SC: Subcategoría; F: Fuente; SF: Sub fuente
2 El término originalmente en el GL2006 es "Tratamiento y eliminación de aguas residuales"
3 El término originalmente en el GL2006 es "Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales"

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

1.1. Efluentes Industriales

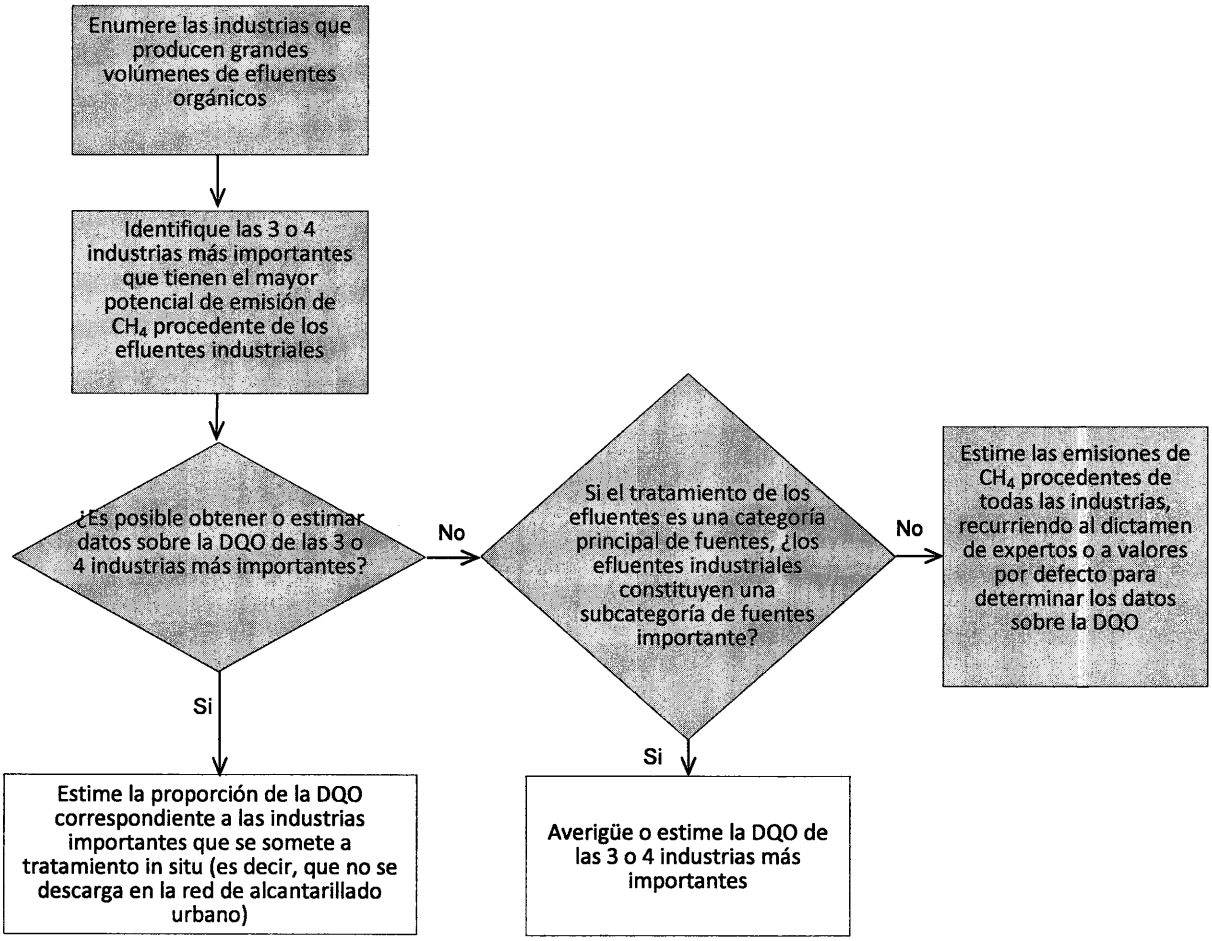
Según las GL1996, la metodología establece un solo método de cálculo la cual está en función volumen de desechos generados y de un factor de emisión que caracteriza la proporción en la que estos desechos generan CH_4

En este sentido, la estimación del potencial de producción de CH_4 derivado de los flujos de agua residual industrial se basa en la concentración de materia orgánica degradable en el agua residual, en el volumen de ésta, y en la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales en sistemas anaeróbicos. Utilizando estos criterios, las fuentes más importantes de agua residual industrial con alto potencial de producción de gas CH_4, pueden identificarse como sigue:

- Manufactura de la pulpa y el papel
- Procesamiento de carne y aves (mataderos)
- Producción de alcohol, cerveza, almidón
- Producción de sustancias químicas orgánicas
- Otros procesamientos de alimentos y bebidas (productos lecheros, aceite vegetal, frutas y verduras, envasadoras, fabricación de zumos, etc.).

La Figura 3 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del grado de desagregación apropiada a aplicar.

Figura 3. Árbol de decisión para estimar las emisiones procedentes del tratamiento de los efluentes industriales



Fuente: OBP 2000, Capítulo 5, Página 5.22

Considerando la información disponible[9] y siguiendo los pasos del árbol de decisión, se procederá a estimar las emisiones aplicando la siguiente ecuación:

Ecuación 1: emisiones de metano procedentes del tratamiento del efluente industrial

$$\text{Emisiones}_{(CH4)} = CO_{EI} \bullet FE_{EI}$$

Donde:

$\text{Emisiones}_{(CH4)}$ = emisiones de metano
CO_{EI} = carbono orgánico del efluente industrial
FE_{EI} = factor de emisión de efluentes industriales

Fuente: Adecuada de la GL1996, Manual de Referencia, página 6.18.

Componente orgánico del efluente industrial

[9] Ver Tabla 7 y Anexo 3 de la presente guía

El factor principal[10] para determinar el potencial de generación de CH_4 de los efluentes industriales es la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas.

Los parámetros usuales para medir el componente orgánico de los efluentes industriales son la demanda bioquímico de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO).

En importante señalar que en las mismas condiciones, las aguas residuales con mayor concentración de DQO o DBO, producen, en general, más CH_4 que las de menor concentración.

Ecuación 2: componente orgánico del efluente industrial

$$CO_{EI} = DQO \bullet AR_{PROD} \bullet (1\text{-}Frac_{codL})$$

Donde:

CO_{EI} = Carbono orgánico del agua residual industrial
DQO = Demanda Química de Oxígeno
AR_{PROD} = Agua residual producida
$Frac_{codL}$ = Fracción del componente orgánico degradado como lodo
Fuente: Adecuada de la GL1996, Manual de Referencia, página 6.19.

Es importante señalar que a nivel nacional no es una práctica común la separación de los lodos. El IPCC en sus GL 1996 da un valor por defecto igual a 0.

Factor de emisión del tratamiento del efluente industrial

El factor de emisión para un sistema de tratamiento y eliminación de aguas servidas industriales es una función del potencial máximo de producción (B_0) de CH_4 y del factor de corrección para el metano (MCF) para el sistema de tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.

El factor de emisión se calcula a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Factor de emisión del tratamiento del efluente industrial

$$FE_{EI} = Frac_{EIT} \bullet FCM \bullet B_O$$

Donde:

FE_{EI} = factor de emisión del efluente industrial
$Frac_{EIT}$ = fracción del efluente industrial tratado a nivel nacional
FCM = factor de conversión de metano
B_O = capacidad máxima de producción de metano
Fuente: Adecuada de la GL1996, Manual de Referencia, página 6.21.

[10] IPCC, Orientación de Buenas Prácticas, capítulo 6, 2000.

3. INCERTIDUMBRE[11]

El RAGEI deberá incluir un análisis de incertidumbre del factor de emisión y al nivel de actividad, dado que la GL1996 no presenta alguna recomendación para el cálculo de la incertidumbre, a diferencia de la GL2006 que si brinda lineamientos, a continuación se describirá dichos lineamientos:

La incertidumbre es la falta de conocimiento del valor verdadero de una variable que puede describirse como una función de densidad de probabilidad (FDP) que caracteriza el rango y la probabilidad de los valores posibles. La incertidumbre depende del nivel de conocimiento del analista, el cual, a su vez, depende de la calidad y la cantidad de datos aplicables, así como del conocimiento de los procesos subyacentes y de los métodos de inferencia.

La incertidumbre en el caso de efluentes industriales dependen de:

- La tecnología de tratamiento y eliminación del efluente industrial
- Fracción de cloacas o alcantarillas "abiertas", así como el grado en el que éstas son anaeróbicas y propensas a emitir CH4. Esto depende del tiempo de retención, de la temperatura y de otros factores, incluida la presencia de una eventual capa de cubierta y de posibles componentes tóxicos para las bacterias anaeróbicas.
- La cantidad de desechos orgánicos totales industriales se elimina en alcantarillados domésticos abiertos o cerrados.

La Tabla 4 muestra algunos de los valores por defecto correspondientes, a fin de tener una dimensión de las incertidumbres asociadas.

Tabla 4. Intervalos de Incertidumbre por defecto para los efluentes industriales

Parámetro	Intervalo de incertidumbre
Factor de emisión	
Capacidad máxima de producción de CH_4 (B_0)	+/- 30 %
Factor de corrección para el metano (FCM)	El FCM depende de la tecnología de tratamiento y eliminación de efluentes industriales. Por lo tanto, el intervalo de incertidumbre también depende de la tecnología. El rango de incertidumbre debe determinarse por medio de dictamen de expertos, teniendo presente que el FCM es una fracción y que debe situarse entre 0 y 1. Los intervalos sugeridos se presentan a continuación: Sistemas no-tratados y letrinas, ± 50 % Lagunas, plantas de tratamiento mal gestionadas, ± 30 % Planta centralizada bien gestionada, digestor, reactor, ± 10 %
Datos de la actividad	
Producción Industrial (P)	+/-25 %. Recurrir al dictamen de expertos en relación con la calidad de las fuentes de datos con el fin de atribuir un intervalo de incertidumbre más exacto.
Producción de aguas residuales / unidad de producción (W)	Estos datos pueden ser muy inciertos, pues el mismo sector puede usar diferentes procedimientos de gestión de desechos en diferentes instalaciones. Se puede asignar directamente un valor de incertidumbre a kg. De DQO/tonelada de producto. Se sugiere -50 %, +100 % (o sea un factor de 2)
Cantidad de DQO / unidad de aguas residuales (DQO)	

Fuente: GL2006, Capítulo 6, Página 6.26

[11] Elaborado sobre la base de las GL2006, Volumen 1, Capítulo 1 y Volumen 2, Capítulo 2.

4. CONTROL DE CALIDAD[12]

Se requiere asegurar la calidad del RAGEI en todas sus etapas de elaboración, desde la recopilación de la información hasta la elaboración del Reporte.

El control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del reporte. Las actividades que se desarrollan para el control de calidad son:

- Realizar controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad.
- Detectar y subsanar errores y omisiones.
- Verificar que los procedimientos del IPCC han sido empleados para los cálculos o mediciones de las emisiones y absorciones.
- Documentar y archivar el material de los RAGEI y registrar todas las actividades de CC.

El órgano técnico a cargo de elaborar el RAGEI debe definir responsabilidades y procedimientos específicos para la planificación, elaboración y gestión de las actividades del reporte, entre los cuales se incluyen:

- Recopilación de datos.
- Selección de métodos, factores de emisión, niveles de actividad y otros parámetros de estimación.
- Estimación de las emisiones o absorciones.
- Evaluación de la incertidumbre.
- Actividades de control de calidad.
- Documentación y archivo.

El proceso de control de calidad debe delinear las actividades de control de calidad, cada una de las cuales deberá contar con un calendario.

Las técnicas para llevar el CC son de dos tipos: generales y genéricas.

4.1. Técnicas generales de control de calidad

Los procedimientos generales de CC incluyen los controles genéricos de calidad relativos a cálculos, procesamiento de datos, exhaustividad y documentación, aplicables a todas las categorías de fuentes y sumideros del reporte.

En la Tabla 5 se muestra los procedimientos generales de control de calidad para los reportes.

[12] GL2006, Volumen 1, Capítulo 6: Garantía de calidad / Control de calidad y Verificación

Tabla 5. Actividades y procedimientos para el control de calidad

Categoría	Procedimientos
Verificar que las hipótesis y los criterios para la selección de datos de la actividad, factores de emisión y otros parámetros de estimación queden documentados.	• Efectuar la verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación con la información relativa a las categorías y garantizar que la misma esté registrada y archivada correctamente.
Controlar la existencia de errores de trascripción en la entrada de datos y referencias.	• Confirmar que las referencias bibliográficas estén citadas correctamente en la documentación interna. • Efectuar la verificación cruzada de una muestra de datos de entrada de cada categoría (mediciones o parámetros utilizados en los cálculos) para detectar errores de transcripción.
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	• Reproducir un conjunto de cálculos de emisiones y absorciones. • Utilizar un método de aproximación simple que arroje resultados similares a los del cálculo original y más complejo, para garantizar que no haya errores en la entrada de datos ni en el cálculo.
Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados.	• Controlar que las unidades estén identificadas correctamente en las planillas de cálculos. • Controlar que se mantengan correctamente las unidades, desde el comienzo hasta el final del cálculo. • Controlar que los factores de conversión sean correctos. • Controlar que se usen correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos.	• Examinar la documentación intrínseca incluida para: - confirmar que los pasos para el procesamiento de la información se encuentren bien representados en la base de datos. - confirmar que las relaciones de los datos se encuentren representadas en la base de datos. - garantizar que los campos de datos estén identificados y contengan las especificaciones de diseño correctas. - garantizar que se archive la documentación adecuada de la estructura y el funcionamiento de la base de datos y del modelo.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.	• Identificar parámetros comunes a muchas categorías (p. ej. datos de la actividad y constantes) y confirmar que haya coherencia en los valores usados para estos parámetros en los cálculos de emisión/absorción.
Verificar que el movimiento de los datos del reporte a través de los pasos del procesamiento sea correcto.	• Controlar que los datos de emisiones y absorciones estén agregados correctamente, de los niveles inferiores a los niveles superiores de generación de informes, al elaborar los resúmenes. • Controlar que se transcriban correctamente los datos de emisiones y absorciones entre los diferentes productos intermedios.
Corroborar que se estimen y calculen correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones.	• Controlar que los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos para las estimaciones de incertidumbres sean adecuados. • Comprobar que se registren los antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos. • Comprobar que las incertidumbres calculadas estén completas y hayan sido calculadas correctamente. • De ser necesario, duplicar los cálculos de incertidumbre de una muestra pequeña de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo (por ejemplo, mediante los cálculos de incertidumbre según el Método 1).
Controlar la coherencia de la serie temporal.	• Controlar la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. • Verificar la coherencia del algoritmo/método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal. • Verificar los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos. • Controlar que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal.
Controlar la exhaustividad.	• Para cada categoría, deben compararse las estimaciones actuales del reporte con las estimaciones anteriores, si están disponibles. Si existen

	cambios significativos o divergencias de las tendencias esperadas, volver a controlar las estimaciones y explicar las diferencias. La existencia de cambios significativos en las emisiones o absorciones de los años anteriores puede indicar posibles errores de entrada o cálculo. • Controlar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones agregadas divididas por los datos de la actividad) en la serie temporal: - ¿Algún año presenta valores erráticos no explicados? - Si se mantienen estáticos en toda la serie temporal, ¿están capturándose los cambios en las emisiones o absorciones? • Verificar si se advierten tendencias inusuales e inexplicadas para los datos de la actividad u otros parámetros en la serie temporal.
Revisión y archivo de la documentación interna.	• Comprobar que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre. • Comprobar que los datos del reporte, los datos de respaldo y los registros del reporte se archiven y guarden para facilitar la revisión detallada. • Controlar que el archivo esté cerrado y conservado en un sitio seguro, una vez finalizado el reporte. • Controlar la integridad de los arreglos para el archivo de datos de los organismos externos participantes en la elaboración del reporte.

Fuente: GL2006, Volumen 1, Capítulo 6, Página 6.11

4.2. Técnicas específicas de control de calidad

El control de calidad específico de la categoría complementa los procedimientos generales de CC del reporte, puesto que son realizados como adicionales a los mismos, y apunta a tipos específicos de datos usados en los métodos para las categorías individuales de fuentes o sumideros. Estos procedimientos exigen el conocimiento de la categoría específica, los tipos de datos disponibles y los parámetros asociados a las emisiones o absorciones. Entre las actividades de CC específicas de la categoría se incluyen los datos de las emisiones (o absorciones) y de actividad. Los procedimientos pertinentes de CC dependen del método usado para estimar las emisiones o absorciones para una categoría determinada[13].

5. INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE ANUAL DE GEI

El presente capítulo muestra la información disponible a la fecha para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector desechos – efluentes industriales. Existe información parcial, pendiente de desarrollar o detallada, por lo que se recomienda identificar la información que podría ser mejorada u obtenida con el menor costo, en el corto plazo, y plantear las actividades necesarias para obtener la información no disponible, en el mediano y largo plazo.

5.1. Información nacional disponible para elaboración del RAGEI

El RAGEI es elaborado en función a la disponibilidad de la información, a nivel nacional, que corresponda a los niveles de clasificación de Categoría/Sub Categoría y Fuente de emisiones, en concordancia con lo establecido por las guías del IPCC. La Tabla 6. Tabla 6. muestra la información identificada para realizar los cálculos de emisiones del sector Desechos – Efluentes Industriales, aplicando las GL1996.

[13] Mayor información en la GL2006

5.2. Flujo de información

El flujo de información enlaza 4 componentes que explican el direccionamiento de la información necesaria para la elaboración del RAGEI. Estos 4 componentes son: entidad competente, institución informante, dato de generación y documento (Figura 4).

Tabla 6. Información requerida para la elaboración del RAGEI

Categoría	Fuente	Nivel de actividad	Dato de generación requerido RAGEI	Dato de generación disponible RAGEI	Documento de respaldo RAGEI	Instituciones generadoras de información
Tratamiento de aguas residuales (6B)	Efluentes Industriales (6B1)	Producción industrial	Producción industrial según tipo de industria	Producción industrial según tipo de industria	Anuario Estadístico Industrial, MIPYME y Comercio Interno 2012	PRODUCE / Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y competitividad territorial
		Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes por tipo de industria		Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes para la industria pesquera y el valor por defecto recomendado por el IPCC.	PRODUCE / DGSP IPCC
		Cantidad de agua residual generada según tipo de industria	Cantidad de agua residual generada por según tipo de industria		Cantidad de agua residual generada por tonelada producida en cada tipo de industria en el Perú.	IPCC

Fuente: elaboración propia

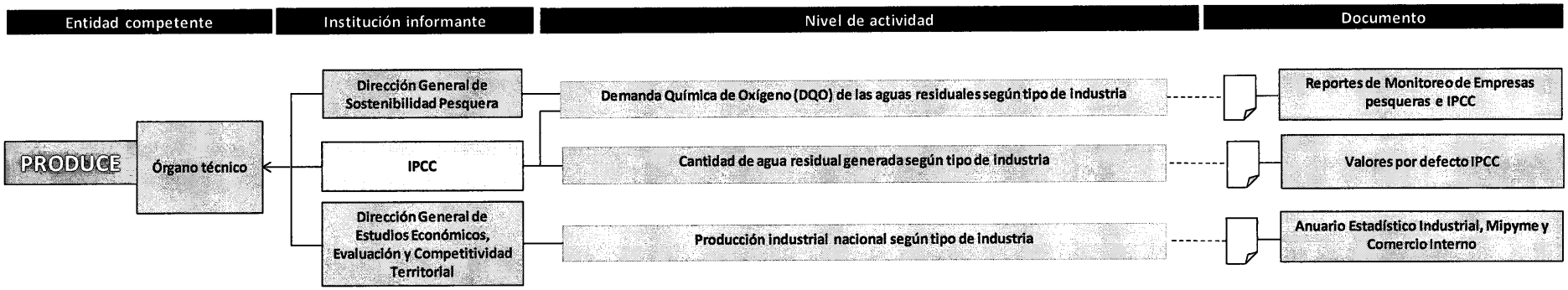
Leyenda:

DGSP: Dirección General de Sostenibilidad Pesquera

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático

DIGGAM: Dirección General de Asuntos Ambientales

Figura 4. Flujo de información para para el RAGEI del sector Desechos – Efluentes Industriales



Fuente: elaboración propia

6. HOJA DE CÁLCULO

La hoja de cálculo del sector desechos – efluentes industriales que se presenta en el Anexo 3 de la presente guía es una herramienta para facilitar la elaboración del RAGEI. Esta herramienta puede ser mejorada con la actualización o modificación de la presente guía.

Para la elaboración del RAGEI, además de la información mostrada en la Tabla 6, se requiere información factores de emisión, factores de conversión, entre otros, los mismos que se muestran en el muestran en el Anexo 4 de la presente guía.

6.1. Presentación de la hoja de cálculo

La hoja de cálculo del RAGEI muestra la información de base procesada, factores de emisión y de conversión utilizada en el cálculo.

La hoja de cálculo está compuesta por ocho tipos de hojas, identificadas por colores, brevemente descritas en la Tabla 7.

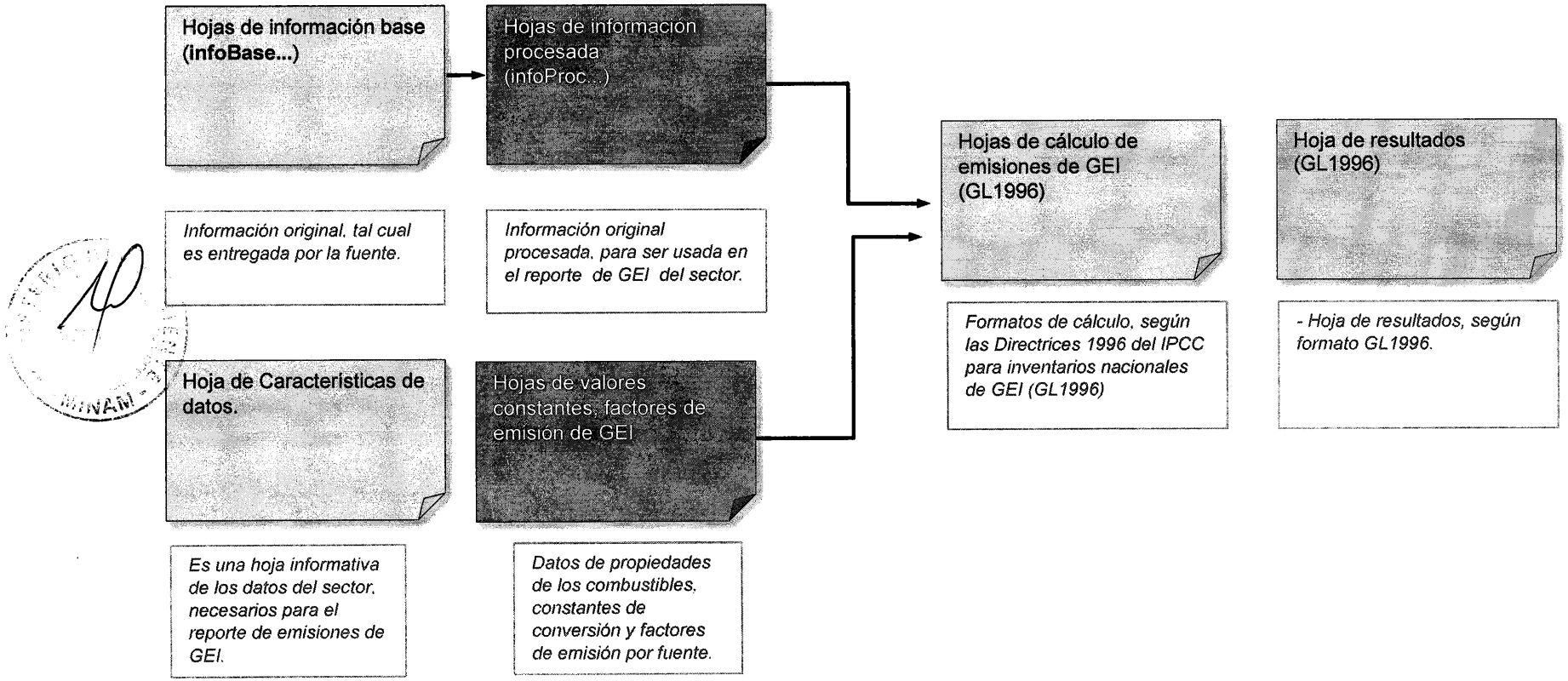
Tabla 7. Estructura de la hoja de cálculo

Tipo de hoja	Descripción del contenido o función en el Libro de trabajo
Instrucciones	Es una hoja informativa. Presenta las características y descripciones generales del sector IPCC, como: descripción breve del sector, presentación del tipo de hojas, comentarios sobre el nivel de cálculo y abreviaturas.
Características de datos	Es una hoja de orientación. Describe para cada una de las fuentes consideradas en el Reporte Anual de GEI del sector Desechos – Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales Domésticas: nivel de actividad y sus unidades, fuentes de información y hojas relacionadas.
infoBase ***código***	Son las hojas de recopilación de información, donde ***código*** es la codificación de la fuente, según las GL1996. Contienen la información original de la fuente de información, para el cálculo de las emisiones de GEI. Se debe considerar principalmente que: ✓ La información debe ser incluida tal cual la fuente original. ✓ Se debe indicar claramente la fuente de información: nombre del documento, página, hoja y autor. En el caso de información pública se debe indicar el enlace y fecha de ingreso, además se debe guardar un registro digital para ser entregado en el reporte.
infoProc ***código***	Son las hojas de análisis y resumen de la información original, donde ***código*** es la codificación de la fuente, según las GL1996. La información proveída por las hojas de infoBase, es analizada, sistematizada (ej. Cambio de unidad) y resumida, para ser el insumo adecuado del cálculo.
Prop. y Fact. conversión	Es una hoja de contenido de constantes, usadas en el cálculo de las emisiones de GEI del sector. Salvo datos actualizados y sustentados, se recomienda no modificar esta hoja.
FE	Es una hoja de contenido de factores de emisión, usados en el cálculo de las emisiones de GEI del sector. Consideran los datos detallados de los factores de emisión por tipo de GEI. Salvo datos actualizados y sustentados, se recomienda no modificar esta hoja.
Estimaciones GEI ***código***	Son las hojas de cálculo de las emisiones de GEI, donde ***código*** es la codificación de la fuente, según las GL1996.
Resultados EI	Es la hoja de cálculo que muestra las emisiones de GEI del sector

Fuente: elaboración propia

En el siguiente diagrama se muestra la relación entre los diferentes tipos de hojas que contiene la hoja de cálculo RAGEI (ver hoja de "Instrucciones"):

Figura 5. Relación entre los tipos de hojas que contienen la hoja de cálculo del RAGEI



6.2. Flujos de cálculo

Para un mejor entendimiento de los cálculos de emisiones que se muestran en la hoja de cálculo, se ha elaborado el flujo de cálculo para cada uno de las fuentes o subfuentes, , más detalle en la Tabla 6. de la presente guía.

En los flujos se ha diferenciado con colores el tipo de información que se muestra de acuerdo a la Tabla 9.

Tabla 8. Leyenda de la información consignada en los flujos de cálculo

Código de color	Característica	Descripción
	Fuente nacional	Información que ha sido recopilada de estadísticas nacionales
	IPCC	Valor por defecto sugerido por el IPCC sino se cuenta con información nacional
	Cálculo	Variable obtenida a partir del resultado de una o más operaciones matemáticas
	No se dispone de la información	Variable que no ha sido estimada

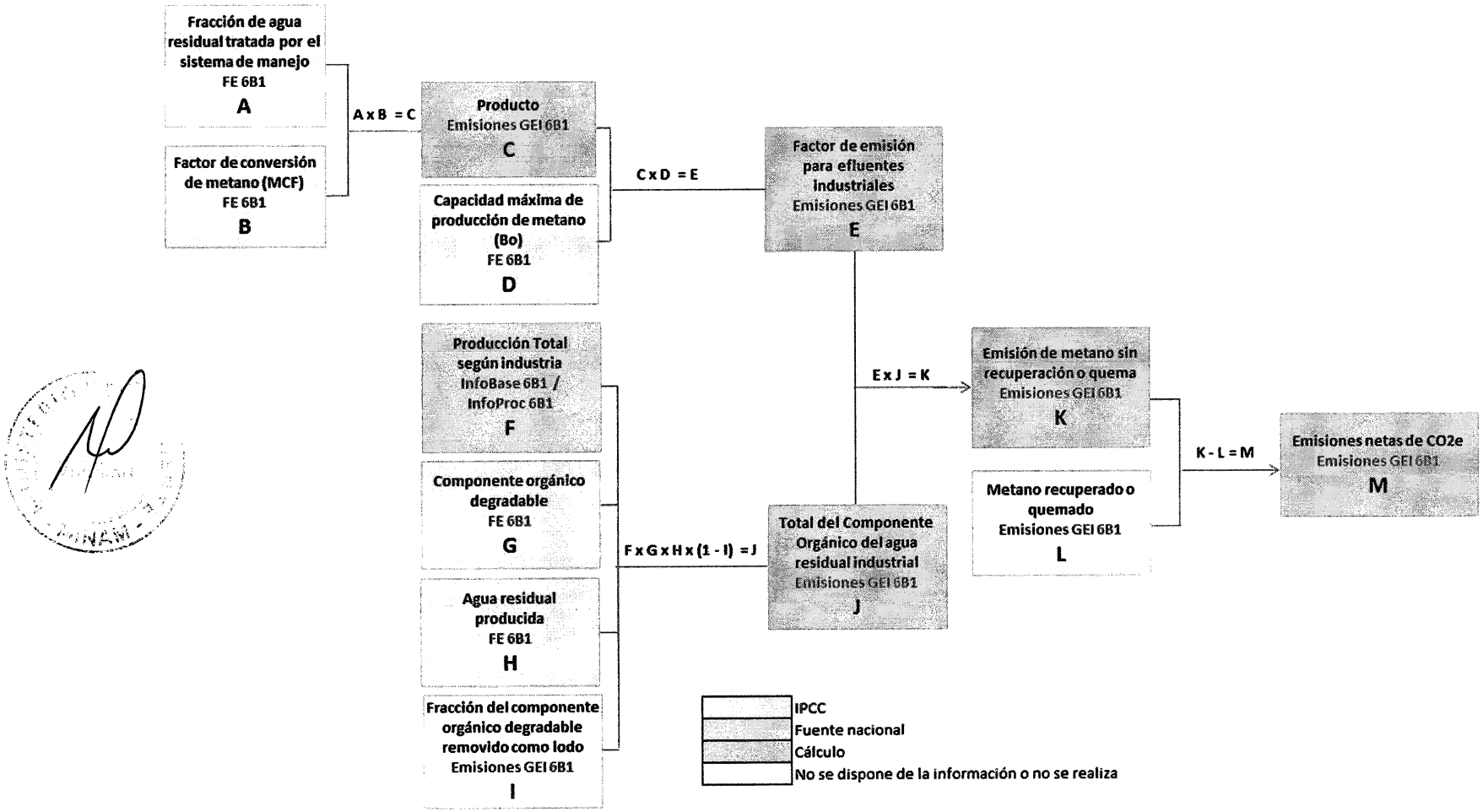
6.2.1. Efluentes industriales

Para una mejor comprensión de la hoja de cálculo a seguir se muestran los flujos de cálculo de cada una de las subfuentes, según como corresponda, ver Tabla 6. . En caso que la información de la hoja infobase sea igual a los infoproc, ésta será colocada en la misma casilla A.

En cada casilla se tiene 3 niveles de información, el primer nivel está vinculada al dato de generación, cálculo, factor de emisión u otro similar. En el segundo nivel corresponde al nombre de la hoja donde se encuentra la información del primer nivel. En el tercer nivel se ha colocado la letra utilizada en la formula correspondiente.

Codificación: 6B1

Figura 6. .Flujo de cálculo de emisiones para Efluentes Industriales



7. REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El RAGEI deberá elaborarse con información correspondiente de dos años de antigüedad[14].

A partir de los resultados que se obtengan de cada una de las fuentes y categorías se elaborará una tabla resumen que tiene el formato que se muestra en la Tabla 10[15], establecido en el marco de la CMNUCC[16].

7.1. Características principales de la información

Para la elaboración del RAGEI se deberá tener en cuenta los siguientes principios[17]:

a) **Transparencia**: Existe documentación suficiente y clara para que las personas o los grupos que no hayan participado en la elaboración del RAGEI entiendan cómo se cuantificó.
b) **Exhaustividad:** Se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes, sumideros y gases.
c) **Coherencia:** Las estimaciones para gases y categorías de RAGEI se realizan en diferentes años, de tal forma que las diferencias de los resultados y las categorías, entre un año y otro, reflejan las diferencias reales en las emisiones. Las tendencias anuales del RAGEI, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y fuentes de datos, con el objeto de reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones.
d) **Comparabilidad:** Se emplea las categorías y subcategorías similares a otros países a fin de que permita su comparación internacional.
e) **Exactitud**: El RAGEI no debe contener estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en que pueda juzgarse.

[14] Por ejemplo, si se elabora el RAGEI del año 2016, el año base será el 2014.
[15] En el caso de los gases precursores, el MINAM está iniciando la revisión de las metodologías existentes y la información existente en el país para la estimación de los mismos. En cuanto se tenga la metodología consolidada, el MINAM incorporará la misma en la presente guía.
[16] Decisión 17/CP.8. Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención
[17] GL2006, Volumen 1, Capítulo 1.

Tabla 9. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero: emisiones antropogénicas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI

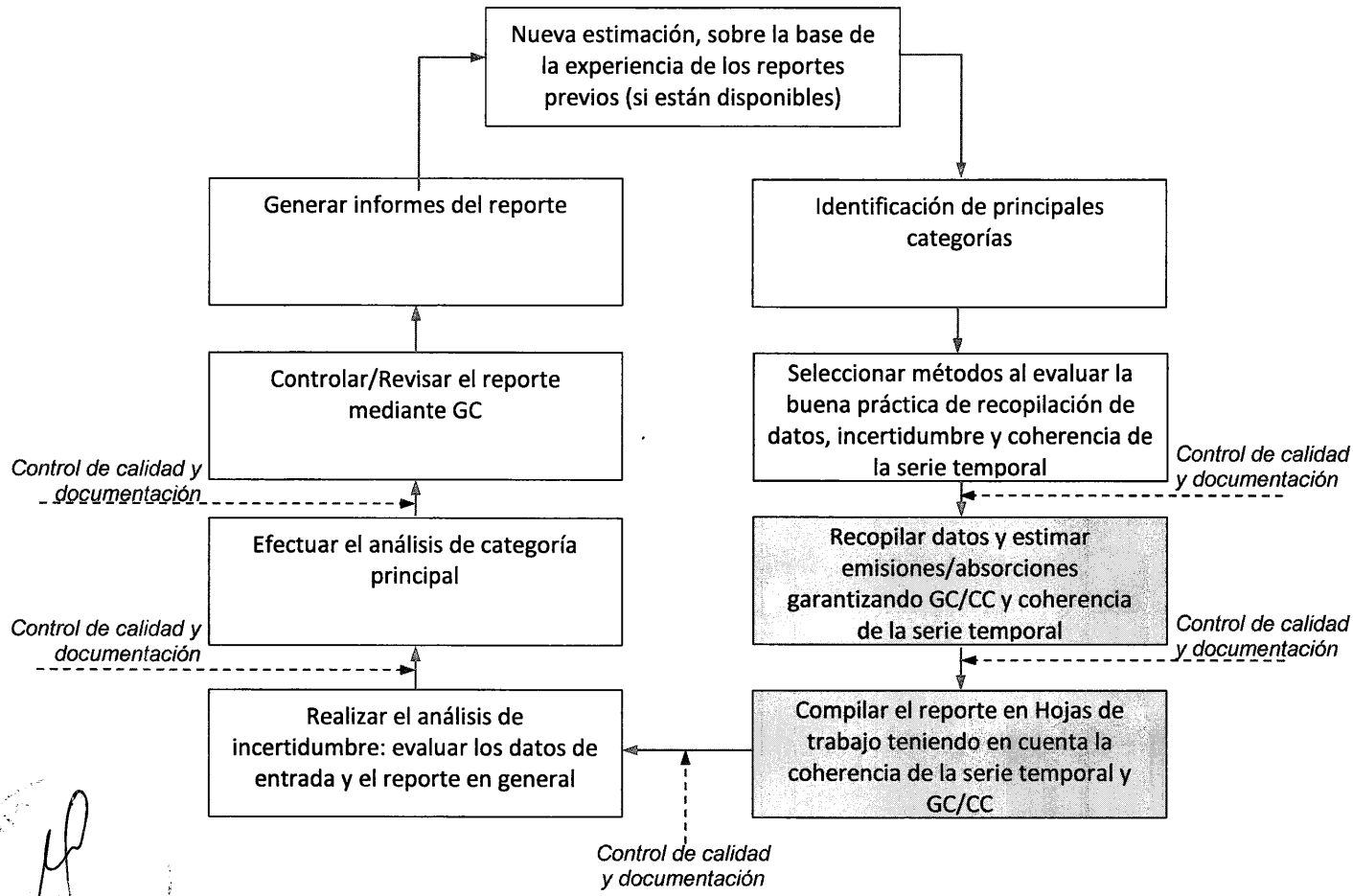
Codificación	Nombre de la categoría	GEI				Gases precursores			
6	**Desechos**	Emisiones de CO_2 (Gg)	Remoción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO_x (Gg)
6A	Disposición de residuos sólidos								
6B	**Tratamiento de aguas residuales**								
6B1	Efluentes industriales			X		X	X	X	
6B2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas								
6B2a	Aguas residuales domésticas								
6B2b	Excretas humanas								

Nota: Emplear según sea el caso los siguientes términos, para las categorías o fuentes según como corresponda: NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

7.2. Ciclo para la elaboración del RAGEI

Se recomienda las siguientes etapas para la elaboración del RAGEI.

Figura 7. Ciclo de desarrollo del RAGEI



Fuente: Adaptado de GL2006, Volumen 1, Capítulo 1

Nota: en la elección del nivel de cálculo de algunas fuentes se pregunta, en el árbol de decisión, si la fuente es una "categoría principal". Una categoría principal es aquella que en la serie de tiempo (análisis de resultados de varios años de reportes) se reporta con mayores emisiones en el año. Las categorías principales son establecidas como resultado de este análisis de serie de tiempo.

El RAGEI deberá contar con una primera fase de planeación, estableciéndose un plan de trabajo considerando las necesidades de información que se requieren para la presentación del RAGEI.

En este sentido, es importante la administración de los documentos de respaldo, de preferencia de carácter oficial, los mismos que deberán acompañar al RAGEI, de preferencia de carácter oficial. En el caso que el documento provenga de una fuente no oficial o no publicada, se deberá incluir algún comentario en el RAGEI sobre el mismo. Ante la falta de información formal o informal, se deberá considerar los valores asignados en la presente guía con cargo de alcanzar a corto, mediano o largo plazo la información faltante.

7.3. Contenido del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero

El RAGEI deberá contener:

- Tablas anuales de emisiones y remociones estimadas por fuente, con estimaciones expresadas en unidades de masa por año, señalando claramente el año que representa la tabla.
- Hojas de cálculo empleada en el que se muestre como fueron calculadas las emisiones, incluyendo todos los parámetros usados para estos cálculos.
- Para cada fuente se deberá explicar la metodología, las fuentes de información (por ejemplo datos de actividad, factores de emisión y metodologías), la información actual y la descripción de la incertidumbre, incluyendo, si es posible, la evaluación de la cuantificación de la incertidumbre.
- Otra información de respaldo.

En este sentido, la propuesta de contenido del RAGEI se muestra en el Anexo 5 de la presente guía.

8. SUGERENCIAS

En la Tabla 10 se muestra las sugerencias para la mejora de la información vinculada a cada una de las categorías, subcategorías y fuentes

Tabla 10. Datos de generación, documento de respaldo para RAGEI, su estado y sugerencias

Categoría	Fuente	Nivel de actividad	Dato de generación INGEI 2012	Documento de respaldo RAGEI	Estado en el INGEI 2012	Sugerencias para el RAGEI
Tratamiento de aguas residuales (6B)	Efluentes Industriales (6B1)	Producción industrial	Producción industrial según tipo de industria	Anuario Estadístico Industrial, MIPYME y Comercio Interno	Se tomó como referencia el anuario estadístico	- ----.
		Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes por tipo de industria	Reportes de Monitoreo de empresas del sector pesquero	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los efluentes del sector pesquero	No se dispone de información de los otros sectores, solo del pesquero. Se requiere identificar que actor dispone de esta información en el futuro o quién debería ser el encargado
		Cantidad de agua residual generada según tipo de industria	Cantidad de agua residual generada por según tipo de industria	OBP2000	Cantidad de agua residual generada producida en el sector pesquero.	Se requiere incorporar en los reportes de monitoreo de pesquería el dato de cantidad de agua residual. Esta recomendación aplica también para los otros actores.

Fuente: elaboración propia

Leyenda:

DGSP: Dirección General de Sostenibilidad Pesquera

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

DIGGAM: Dirección General de Asuntos Ambientales

V. GLOSARIO

a. Cambio climático[18]: alteración del clima atribuido, directa o indirectamente, a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

b. Control de Calidad: Actividades técnicas de rutina para medir y controlar la calidad de la información utilizada para la elaboración de las estimaciones, durante el proceso de elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, a fin de garantizar la integridad y precisión de los datos, detectar y subsanar errores y omisiones, y documentar y registrar dichas actividades. El control de calidad debe realizarlo la entidad que elabore el reporte.

c. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Instrumento internacional suscrito por el Perú, que tiene por objetivo estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, señalándose que este nivel debería lograrse en un plazo para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y lograr que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

d. Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: documentos[19] técnicos emitidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que contienen metodologías acordadas internacionalmente para estimar los INGEI, a fin de que los mismos sean informados a la CMNUCC.

e. Efecto invernadero[20]: proceso natural que regula la temperatura de la Tierra para hacer posible la vida. Mediante el efecto invernadero, la atmósfera que rodea la Tierra permite que una parte de la radiación solar se acumule en la superficie del planeta para calentarlo y mantener una temperatura aproximada de 15ºC.

f. Entidad Competente: Entidad pública del gobierno nacional que ejerce competencias sobreactividades, obras e instalaciones susceptibles de generar gases de efecto invernadero.

g. Emisiones de GEI: Liberación de gases de efecto invernadero y/o de sus precursores en la atmósfera, en una zona y por un período determinado21. Los GEI pueden clasificarse22 de la siguiente manera:
   - Directos[23].- dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O); estos gases generan el efecto invernadero.
   - Precursores de ozono.- monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) y dióxido de azufre (SO_2).

---

18 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas, 1992.
19 Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM
20 http://cambioclimatico.minam.gob.pe/cambio-climatico/sobre-cambio-climatico/que-lo-origina/
21 GL2006, Anexo 3: Glosario
22 GL2006, Volumen 1, Capítulo 7: Precursores y emisiones indirectas
23 Los GEI directos son aquellos que tienen largo tiempo de residencia en la atmósfera, alto potencial de calentamiento atmosférico y son importantes fuentes directas e indirectas de emisiones en actividades humanas; mientras que los GEI indirectos presentan las características contrarias a las de los GEI directos

Los tres primeros, ante la presencia de radiación solar, contribuyen a la formación de ozono (O_3).

- Indirectos.- Las emisiones indirectas se generan debido a la volatilización o emisión de nitrógeno en forma de NH_3 y NO_X y la consiguiente deposición de estas formas de nitrógeno en suelos y aguas con forma de amonio (NH_4) y nitrógeno oxidado (NO_x); la lixiviación y el escurrimiento del nitrógeno de las entradas de fertilizantes de nitrógeno sintético y orgánico; los residuos de cultivo; la mineralización de nitrógeno mediante el cambio de uso de la tierra o las prácticas de gestión; y, la disposición de estiércol y orina de los animales de pastoreo, en aguas subterráneas, áreas ribereñas, humedales, ríos y océano.

h. Factor de emisión[24]: Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de emisiones. Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento.

i. Gases de efecto invernadero (GEI): componentes gaseosos[25] de la atmósfera, naturales y/o antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja. Los GEI establecidos por el IPCC[26] son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro[27] de azufre (SF_6), trifloruro de nitrógeno (NF_3), trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF_5CF_3), éteres halogenados y otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

j. Generadores de datos: Personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de capital mixto, que producen datos referidos a la emisión o remoción de GEI.

k. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Organismo internacional encargado de analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo.

l. Inventario de Gases de Efecto Invernadero: Base de datos que cuantifica, en un espacio y periodo determinado, la emisión antropogénica de GEI, por fuentes, y la remoción de GEI, a través de sumideros.

Los inventarios nacionales de GEI (INGEI) deben[28] incluir las emisiones y absorciones de GEI que se producen dentro del territorio nacional y en otras áreas extraterritoriales sobre las cuales el país tiene jurisdicción. No obstante, existen algunas cuestiones específicas que deben ser tomadas en cuenta.

[24] GL2006, Anexo 3: Glosario
[25] GL2006, Volumen 1, Capítulo I
[26] ídem.
[27] Los HFCs, PFCs y SF6s tienen origen industrial, es decir que no se encuentran naturalmente en la atmósfera, sino que fueron producidos por el hombre.
[28] GL2006, Volumen 1, Capítulo 8: Orientación y cuadros para la generación de informes

- Las emisiones procedentes de los combustibles para uso en barcos o aeronaves dedicados al transporte internacional no deben incluirse en los totales nacionales. Para garantizar la exhaustividad mundial, estas emisiones deben declararse por separado.
- Las emisiones de CO_2 de los vehículos terrestres deben atribuirse al país que vende el combustible al usuario final. El mismo principio de asignación puede aplicarse a otros gases, según el nivel usado para estimar las emisiones.
- La pesca incluye las emisiones del combustible que se usa en pesca de bajura, pesca costera y pesca de gran altura.. Las emisiones procedentes del combustible usado en la pesca costera y en la pesca de gran altura deben asignarse al país que expende el combustible.
- El informe del uso de combustible militar incluye el expendio de combustibles para todos los consumos móviles y estacionarios del país (por ejemplo: barcos, aeronaves, transporte terrestre y la energía usada en áreas de vivienda). Las emisiones de las operaciones multilaterales, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas, no se incluyen en los totales nacionales. Es una buena práctica documentar claramente qué actividades fueron incluidas en la categoría de operaciones multilaterales e informar acerca de ellas como un elemento recordatorio en los cuadros para la generación de informes.
- Las emisiones fugitivas de tuberías de transporte (por ejemplo: oleoductos, gasoductos o de CO_2) deben asignarse según el territorio nacional de la tubería, incluidas las áreas extraterritoriales. Ello implica que las emisiones de una tubería pueden distribuirse entre dos o más países.
- Las emisiones vinculadas a la inyección y posible fuga subsiguiente de CO_2 almacenado en formaciones geológicas deben vincularse al país en cuya jurisdicción nacional o en cuyo derecho internacional se encuentra el punto de inyección. Esto incluye cualquier emisión que surgiera de una fuga de CO_2 desde una formación geológica que cruce una frontera nacional.
- La metodología del IPCC para el carbono almacenado en productos no combustibles fabricados a partir de combustibles fósiles o de otras fuentes no biogénicas de carbono toma en cuenta las emisiones emanadas de su producción, uso y destrucción. Las emisiones se estiman en cada etapa cuando y donde ocurren; por ejemplo, en la incineración de desechos.
- En los casos en los que las emisiones de CO_2 se capturan en los procesos industriales o en grandes fuentes de combustión, se deben asignar las emisiones al sector que genera el CO_2, a menos que se pueda demostrar que éste está almacenado en sitios de almacenamiento geológico correctamente monitoreados. Las emisiones de CO_2 que se capturan, por ejemplo, para su uso en invernaderos y en refrescos y se transportan fuera de las instalaciones, deben asignarse al sector en el que fue capturado el CO_2.
- Las emisiones de CO_2 de la combustión de biomasa para energía se informan en el Sector AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU por sus siglas en Inglés) como parte de los cambios netos en las existencias de carbono.
- Al declarar los productos de madera recolectada (PMR), los países pueden elegir cualquiera de los métodos reflejados en el Capítulo 12 del Volumen 4 de la GL 2006 para el Sector AFOLU al estimar sus emisiones/absorciones de PMR.
- El N2O resultante de la deposición atmosférica de nitrógeno se asigna al país que emite óxidos de nitrógenos y amoníaco, y se supone que el N_2O se emite en el mismo año.

m. Método de cálculo: Procedimiento utilizado para cuantificar, en base a información o datos específicos y el uso de fórmulas y factores determinados, las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

n. Nivel de actividad: Datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un periodo de tiempo determinado29. Es importante señalar que, en ocasiones, no se dispone de la información del dato de actividad, pero sí información que permite estimar el dato de actividad, el cual se denomina dato de generación de información o dato de generación.

o. Órgano técnico: Para efectos de la presente guía, se refiere a las direcciones de línea, grupos de trabajo, comisiones u otro similar de índole técnica, que forman parte de las entidades que estarán a cargo de elaborar el RAGEI.

p. Potencial de calentamiento atmosférico: Se calculan[30] los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) como la relación entre el forzamiento radiactivo de un kilogramo de gas de efecto invernadero emitido a la atmósfera y el de un kilogramo de CO2 a través de un período de tiempo.

El PCA permite expresar los resultados del reporte de GEI en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e} o $CO_{2\text{-}eq}$). Generalmente, el PCA de un GEI es expresado en equivalente de una tonelada de dióxido de carbono. Los valores de los PCA por tipo de GEI se muestran[31] en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 11. Valores de potencial de calentamiento atmosférico por gas de efecto invernadero

Gases de Efecto Invernadero	Descripción	PCA
Dióxido de carbono (CO_2)	Gas natural liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los diversos usos del suelo.	1
Metano (CH_4)	Gas emitido en la minería de carbón, rellenos sanitarios, ganadería, extracción de gas y petróleo, y de cualquier fuente de descomposición anaeróbica de residuos orgánicos.	21
Óxido nitroso (N_2O)	Gas producido durante la elaboración de fertilizantes y la combustión de combustibles fósiles, cuyo contribuyente más significativo es el sector transporte.	310
Hidrofluorocarbonados (HFC)	Se emiten en algunos procesos industriales y se usa con frecuencia en refrigeración y equipos de aire acondicionado.	140 - 11,700
Perfluorocarbonados (PFC)	Desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar algunos gases que destruían la capa de ozono; estos gases son emitidos en una variedad de procesos industriales.	6,500 - 9,200
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	Este gas, considerado el más potente de los GEI, es emitido durante la producción de magnesio y se aplica en algunos equipos eléctricos.	23,900

Fuente: IPCC, Segundo Reporte del grupo de trabajo I

Los resultados finales son expresados como Gigagramos de dióxido de carbono equivalente ($GgCO_{2e}$), considerando como factor de conversión el PCA, empleando la siguiente ecuación:

$$GgCO_2e = GgCO_2 + GgCH_4 \times 21 + GgN_2O \times 310 + GgSF_6 \times 23{,}900 + GgHFC \times a + GgPFC$$

29 GL2006, Anexo 3: Glosario.
30 ídem.
31 https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html

q. Protocolo de Kyoto: Tratado internacional con fuerza legal que, basándose en los principios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, establece que los países Partes del Anexo I del Protocolo (en su mayoría desarrollados) se comprometen a alcanzar objetivos cuantificables de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, establece que todos los países Partes deben presentar una actualización periódica y reporte de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la remoción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando las metodologías comparables que convenga la Conferencia de las Partes y de conformidad con las directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales adoptadas por la Conferencia de las Partes.

r. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero: Documento elaborado por las entidades competentes, sobre la base de la información obtenida de los generadores de datos bajo su competencia, de acuerdo a las disposiciones emitidas por el Ministerio del Ambiente.

s. Remoción de GEI[32]: Absorción o secuestro de gases de efecto invernadero de la atmósfera.

t. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA): Es una red de integración tecnológica, institucional y humana que facilita la sistematización, acceso y distribución de la información ambiental, así como el uso e intercambio de ésta.

u. Sumidero[33]: Todo proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero.

[32] Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM
[33] Ídem

VI. ANEXOS

1. Anexo 1: Perfil de especialista para la elaboración del RAGEI
2. Anexo 2: información a solicitar para elaborar el RAGEI
3. Anexo 3: Hoja de cálculo del RAGEI
4. Anexo 4: Factores de emisión y conversión
5. Anexo 5: Contenido del RAGEI

Anexo 1

PERFIL DEL PROFESIONAL DE APOYO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL RAGEI DEL SECTOR DESECHOS – EFLUENTES INDUSTRIALES

I. PERFIL DEL PUESTO: REQUISITOS

a) Experiencia
- Experiencia General: Mínimo 3 años de experiencia laboral en el sector público o privado
- Experiencia Específica: Mínimo 2 años de experiencia en las funciones a desarrollar

b) Competencias
- Vocación de servicio al ciudadano
- Ética y transparencia (Responsabilidad y confiabilidad)
- Iniciativa proactividad
- Trabajo en equipo y facilidad de coordinación con otras dependencias de la entidad.
- Planificación y organización
- Sentido de urgencia

c) Formación académica, grado académico y/o nivel de estudios
- Profesional en ingeniería industrial, ambiental, electricista, economía o afines

d) Cursos y/o estudios de especialización
- Capacitaciones o cursos relacionados a cambio climático o temas relacionados al puesto
- Capacitaciones relacionadas a estimación de emisiones de GEI

e) Conocimientos para el puesto y/o cargo
- Conocimiento del sector energía
- Conocimiento de gestión de emisiones de GEI y metodologías para la estimación de emisiones de GEI
- Manejo de herramientas de excel y bases de datos
- De preferencia, nivel intermedio del idioma inglés oral y escrito

II. FUNCIONES DEL PUESTO Y/O CARGO:

Principales Funciones a Desarrollar:

1. Recopilar la información que se requiere para elaborar el Reporte Anual de GEI de las demás direcciones del PRODUCE, órganos adscritos, u otros generadores de información, de ser el caso.
2. Asesorar a las demás direcciones de PRODUCE en temas referidos a cambio climático y el procedimiento de provisión de información para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero.
3. Elaborar el Reporte Anual de Gases de Efecto invernadero del sector Desechos – Efluentes Industriales y actualizar los anteriores reportes, de ser el caso.
4. Hacer seguimiento una vez elaborado el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, hasta su remisión al Ministerio del Ambiente y absolver cualquier consulta formulada por el mismo.

5. Considerar los procedimientos, metodologías y requerimientos establecidos en la "Guía N° 6: Elaboración de Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - sector Desechos. Categoría: Efluentes Industriales", elaborada por el MINAM; así como las directrices y buenas practicas del IPCC.
6. Elaborar propuesta de actualización de la "Guía N° 6: Elaboración de Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - sector Desechos. Categoría: Efluentes Industriales" y sus hojas de cálculo, de ser el caso.
7. Preparar reportes técnicos respecto al estado de la información recopilada a consignarse en el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero, proporcionando recomendaciones respecto al estado de la información del sector y su mejora.
8. Coordinar con instituciones de investigación, universidades, academia u otros sectores, la realización de investigación sobre efectos del cambio climático en las actividades correspondientes al sector, así como la provisión de información necesaria para incluir en el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Desechos - Efluentes Industriales.
9. Participar en reuniones convocadas por el Ministerio del Ambiente u otros sectores, en lo referido al INFOCARBONO y al Reporte Anual de Gases Efecto Invernadero correspondiente al sector.
10. Preparar informes de avances, presentaciones de ser requerido la dirección.
11. Trabajar de manera proactiva y en equipo tanto con las dependencias de la entidad como con los órganos adscritos al sector de ser el caso.
12. Otras actividades que le sean asignadas.

ANEXO 2

Información a solicitar para la elaboración del RAGEI

- Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales en las industrias de Pescados y Mariscos y en la harina de anchoveta, otras especies y residuos
- Producción Industrial según tipo de Industria

Anexo 3

Hoja de cálculo del RAGEI[34]

(En digital)

[34] Esta hoja de cálculo está disponible en el siguiente link: http://infocarbono.minam.gob.pe/desechos-efluentes-industriales/

Anexo 4

Factores de emisión y conversión

Tabla 12. Densidades del vino y de la cerveza

Parámetro	Valor	Unidad
Densidad del vino	996.5	g/l
Densidad de cerveza	1010	g/cm^3

Fuente: http://www.inti.gob.ar/interlaboratorios/informes/2010/alimentos/2010_informe_final_vinos.pdf

Tabla 13. DQO y generación de efluentes por tipo de alimentos

Alimentos	DQO (g/l)	Generación de efluentes (m3/t)
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	4.1	13
Carne de Vacuno Beneficiada	4.1	13
Conservas de Pescados y Mariscos	2.5	13
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	2.5	13
Jugos y Refrescos Diversos	2	2
Espárragos Congelados	5	20
Conservas de Espárragos	5	20
Margarina	0.85	3.1
Aceites Vegetal y Compuesto	0.85	3.1
Leche Evaporada	2.7	7
Quesos	2.7	7
Yogurt	2.7	7
Azúcar Refinada	3.2	11
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	1.5	23
Cerveza Blanca	2.9	6.3
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	9	162
Papel Bond y Similares	9	162
Cartón Liner	9	162
Cartón Corrugado	9	162
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		
Productos de Limpieza del Hogar	0.85	3
Champú	0.85	3
Detergentes	0.85	3
Jabón para Lavar Ropa	0.85	3
Jabón de Tocador	0.85	3
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	3.7	0.6
Polietileno (Consumo de)	3.7	0.6
Polipropileno (Consumo de)	3.7	0.6
P V C (Consumo de)	3.7	0.6
Plastificantes D O P (Consumo de)	3.7	0.6
Masterbatch (Consumo de)	3.7	0.6
Resina Pet para Envases (Consumo de)	3.7	0.6

Fuente: OBP2000 – Capítulo 5, Página 5.24

Tabla 14. Parámetros

Parámetros	Valor	Unidad	Fuente
Fracción de los efluentes tratados	0.2		GL1996, Desperdicios, Tabla 6-8
Factor de conversión de metano	0.9		
Capacidad máxima de producción de metano (Bo)	0.25	kg CH_4/kg DBO	OBP2000, Capítulo 5, Página 5.18

Anexo 5

REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

SECTOR DESECHOS

EFLUENTES INDUSTRIALES

MES, AÑO

1. INTRODUCCIÓN

2. RESUMEN EJECUTIVO

3. METODOLOGÍA

3.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

Describir cómo se ha identificado y abordado las recomendaciones del ICA. Asimismo, realizar una descripción de las acciones que no se han podido implementar en el periodo de la ejecución del RAGEI y desarrollo de las acciones a futuro.

3.2 Metodología de cálculo aplicada

Breve descripción de la metodología IPCC aplicada, indicando las versiones utilizadas y su justificación. Descripción de metodologías complementarias utilizadas (si corresponde) y supuestos generales aplicados en los cálculos.

3.3 Análisis de incertidumbre

Breve descripción de la metodología aplicada.

3.4 Gestión de calidad y Control de calidad

Breve descripción de los lineamientos aplicados.

3.5 Coherencia de la serie temporal

Descripción de los procesos de actualización aplicados en los cálculos del RAGEI y de los ajustes realizados a los anteriores reportes.

4. RESULTADO DEL SECTOR DESECHOS – EFLUENTES INDUSTRIALES

4.1 Análisis de la situación sectorial

Describir las principales variables que influyen en el nivel de emisión de gases de efecto invernadero del sector y sus actores correspondientes.

4.2 Efluentes Industriales

4.2.1 Elección del nivel de cálculo

Indicar el nivel de cálculo aplicado para la estimación de emisiones de GEI con su respectiva justificación (Ver la sección Metodología de Cálculo de la presente guía).

4.2.2 Descripción del nivel de actividad

Listar la codificación, los niveles de actividad y la fuente de información utilizada para la estimación de emisiones de GEI, según la información establecida en la hoja "Características de datos" de la hoja de cálculo.

Codificación	Nivel de Actividad	Fuente de información
6B2a (ejemplo)	*Población servida con alcantarillado*	*SUNASS*

4.2.3 Factores de emisión y conversión

Listar los factores de conversión utilizados (por ejemplo: factor de corrección de metano, factores de emisión, entre otros) para la estimación de emisiones de GEI, según la información establecida en las hojas "Prop y Factores de conversión" y "FE 6B1".

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información
FCM (ejemplo)	*0.8*		GL1996, página 6.20

4.2.4 Análisis de incertidumbre

Realizar el análisis de incertidumbre, en la medida de lo posible, utilizando de referencia las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

4.2.5 Gestión de calidad y control de calidad

Descripción del proceso de control de calidad seguido para verificar la consistencia entre la información original, la información procesada y los resultados obtenidos. Usar de referencia las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

4.2.6 Análisis de resultado sectorial

Los resultados del RAGEI deben mostrarse según formato del Anexo B con su respectivo análisis.

4.2.7 Siguientes pasos

Indicar las acciones a futuro para mejorar los resultados del RAGEI (por ejemplo necesidad de actualización de estudios, entre otros) y plantear las necesidades de capacitación técnica relacionada a la estimación de emisiones de GEI, análisis de incertidumbre, entre otros.

4.3 Actualización de la Serie Temporal

Los resultados de la actualización de la serie temporal deben mostrarse según formato del Anexo C, con su respectivo análisis.

5. ANEXO:

Anexo A: Datos del responsable del RAGEI

Datos	*Descripción*
Nombres y Apellidos	
Cargo	
Correo Electrónico	
Teléfono - Anexo	
Dirección de Línea	
Institución	

Anexo B. Tabla de resultados del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero y Gases Precursores del Sector Desechos – Efluentes Industriales

Codificación	Nombre de la categoría	GEI				Gases precursores			
6	**Desechos**	Emisiones de CO_2 (Gg)	Remoción de CO_2 (Gg)	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO_x (Gg)
6B	**Tratamiento de aguas residuales**								
6B1	Efluentes industriales			X		X	X	X	

Nota: Emplear según sea el caso los siguientes términos, para las categorías o fuentes según como corresponda: NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Anexo C. Tabla de Actualización de Coherencia de la Serie Temporal del Sector Desechos – Efluentes Industriales

Código	Categorías de fuentes	2005	2010	2012	Año Base del RAGEI
		Emisiones de GEI [$GgCO_2e$]	Emisiones de GEI [$GgCO_2e$]	Emisiones de GEI [$GgCO_2e$]	Emisiones de GEI [$GgCO_2e$]
6	**Desechos**				
6B	**Tratamiento de aguas residuales**				
6B1	Efluentes industriales				