



Ministerio
de Ambiente

ESTIMACIÓN Y REPORTE DE METANO DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS

Red de Transparencia Climática para América Latina y el Caribe Hispanohablante

DIRECCIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

MINISTERIO DE AMBIENTE

URUGUAY

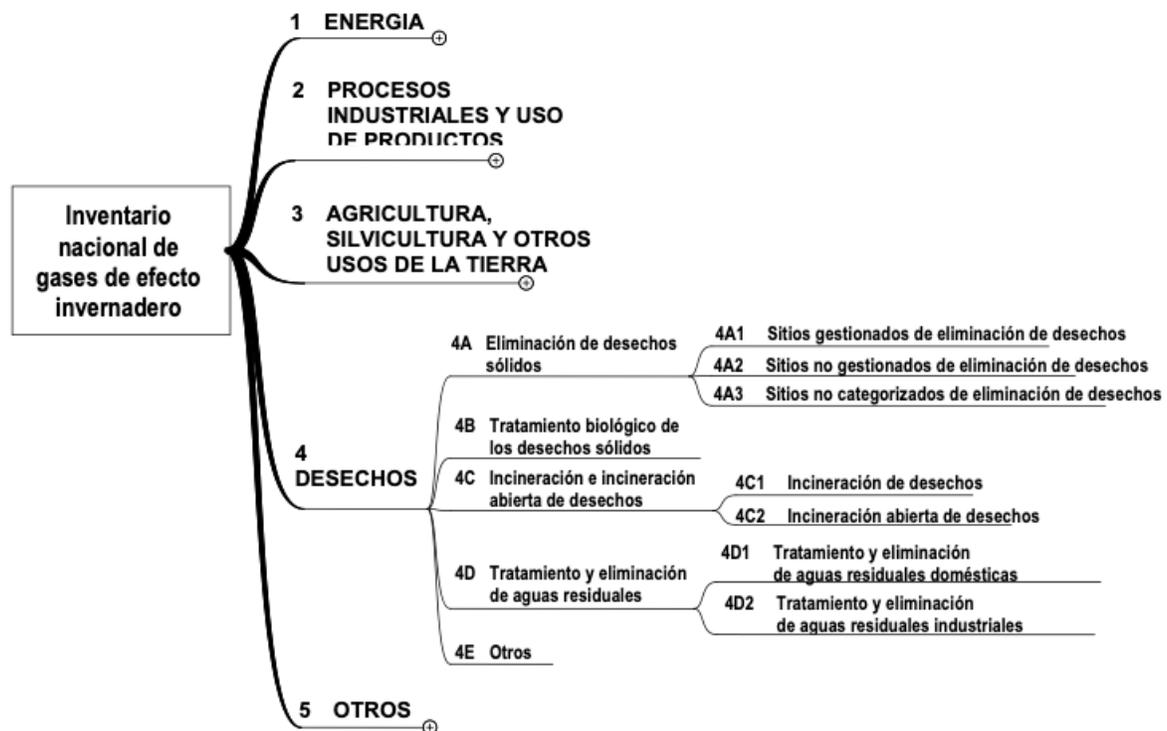
1 DE AGOSTO 2023

SECTORIAL RESIDUOS

El Sector de Residuos consta de cuatro categorías principales.

Cada categoría se divide en subcategorías.

Estas subcategorías permiten tener en cuenta diferentes atributos, características de gestión de residuos y enfoques al estimar las emisiones de GEI.



SECTOR RESIDUOS

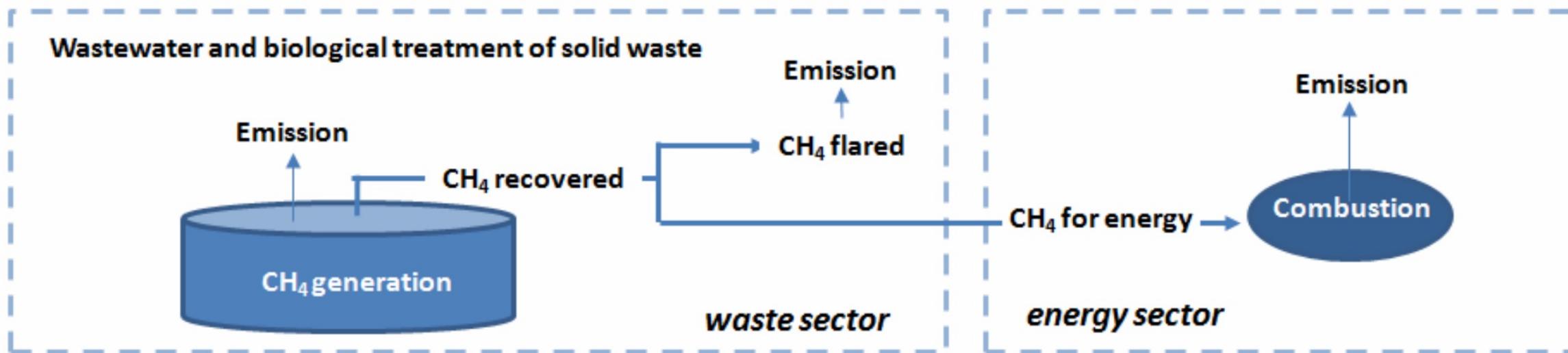
Los principales procesos por los que se producen las emisiones en el Sector Residuos son:

- Metanogénesis
- Nitrificación y Desnitrificación
- Combustión
- Descomposición aeróbica

	Eliminación de RRSS	Tratamiento biológico de RRSS	Incineración e incineración abierta de residuos	Tratamiento y eliminación de aguas residuales
Metanogenesis	CH4	CH4	-	CH4
Nitrificación and Denitrificación	-	N2O	-	N2O
Combustión	-	-	CH4, N2O, CO2	
Descomposición aerobica	CO2	CO2	-	CO2

REQUISITOS INTERSECTORIALES DE REPORTE

- Recuperación de CH₄ y uso en Energía

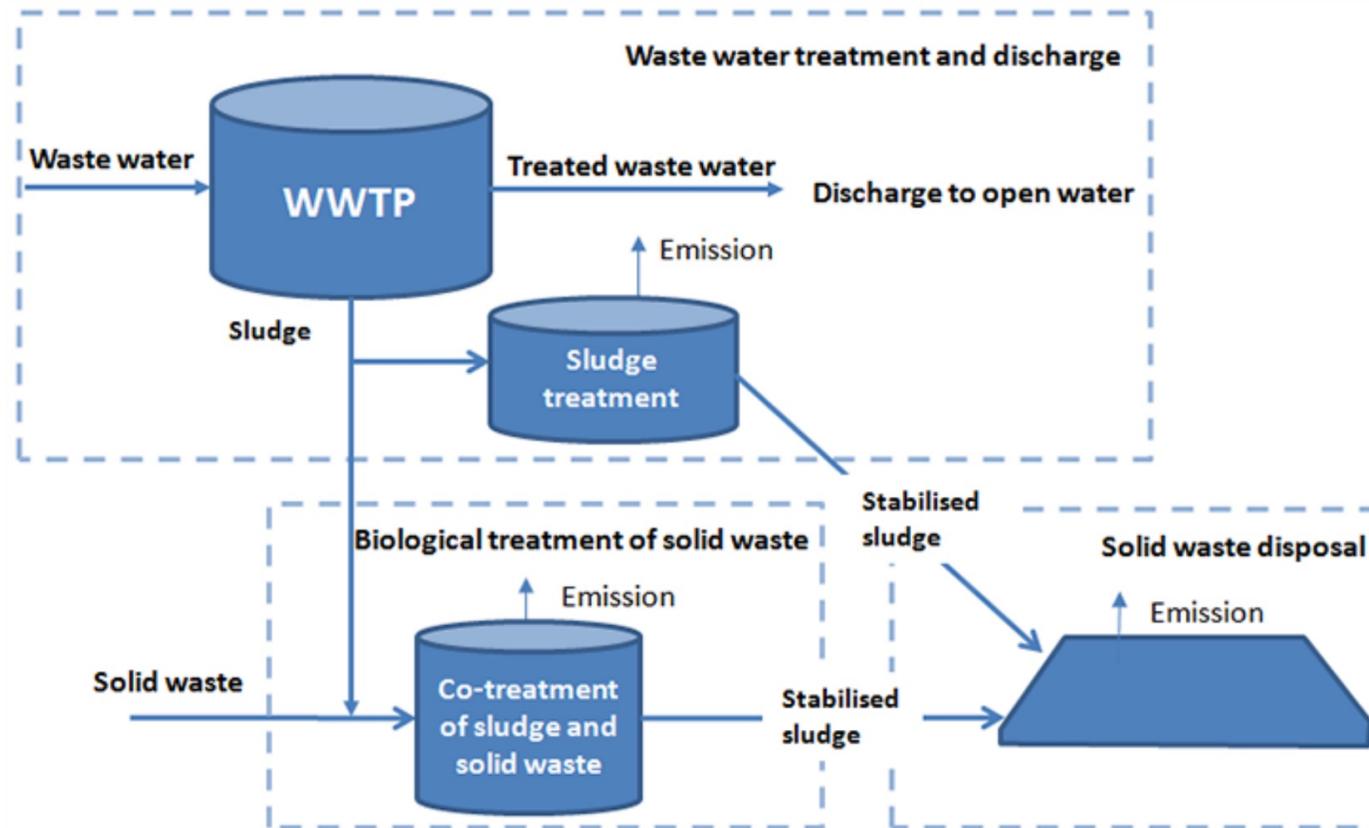


Fuente: UNFCCC

Las emisiones de CH₄ y la cantidad de CH₄ recuperado se informan en el Sector de Residuos. Cuando se recuperan, las emisiones de CH₄ de PTE se utilizan para producir energía, la emisión de la combustión debe informarse en el Sector Energía.

REQUISITOS INTERSECTORIALES DE REPORTE

- Emisiones de lodos



Example: sludge removed is sent to a landfill.

REQUISITOS INTERSECTORIALES DE REPORTE

- Las emisiones de CO₂ resultantes de la descomposición de materiales biogénicos no se incluyen en las emisiones totales nacionales (C de origen biogénico)
- Las emisiones de CO₂ por metanogénesis y descomposición aeróbica de carbono biogénico bajo la categoría de tratamiento y eliminación de aguas residuales **NO ESTÁN INCLUIDAS EN LAS EMISIONES TOTALES**

biogenic carbon



non biogenic carbon





METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE GEI

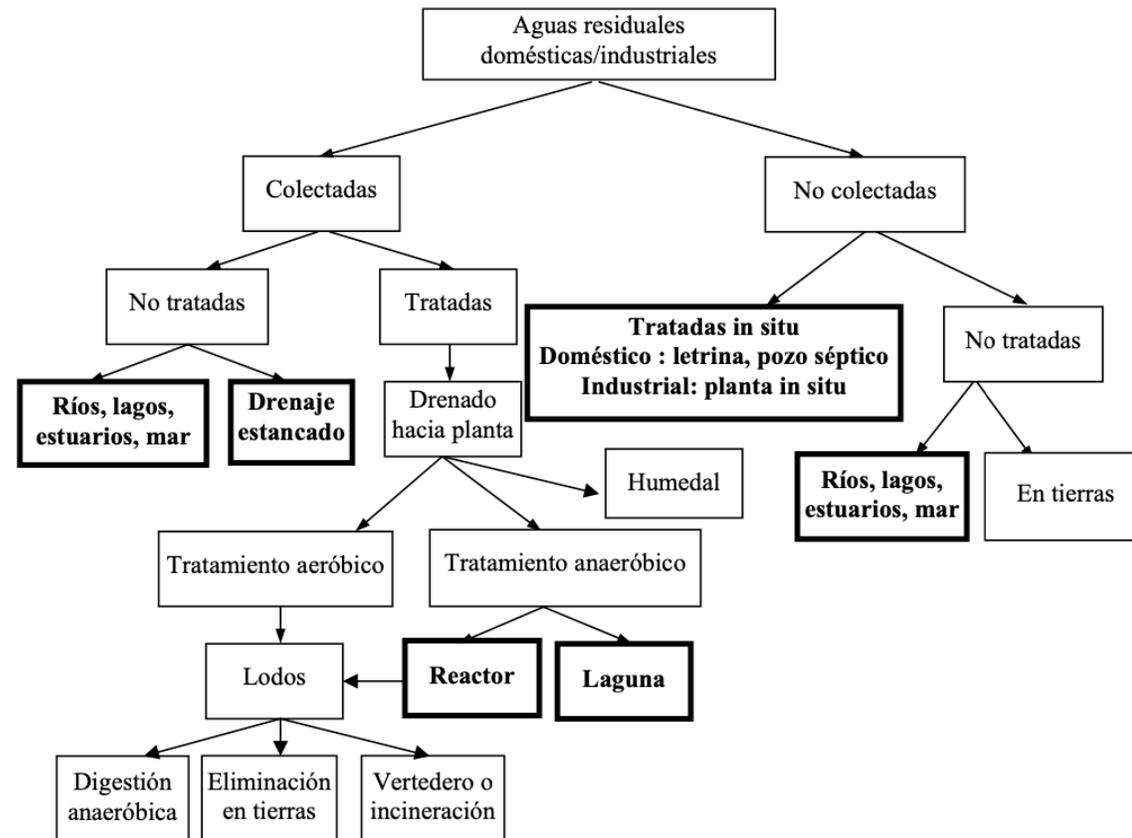
TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

- Las aguas residuales (domésticas, comerciales e industriales) pueden ser tratadas in situ (no colectadas), conducidas a una planta centralizada (colectadas) o eliminadas sin tratar
- El tratamiento y eliminación de las aguas residuales producen GEI tales como CO₂, CH₄ y N₂O
 - El CO₂ es de origen biogénico y no se incluye en las estimaciones del Inventario
 - Las emisiones de N₂O provenientes de los lodos y las aguas residuales utilizados en tierras agrícolas se consideran en el sector ASOUT
- Los lodos producidos en el tratamiento de aguas residuales pueden tratarse aún más. Las emisiones de CH₄ de los lodos enviados a SEDS, incinerados o utilizados en la agricultura no están incluidas en esta categoría

TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

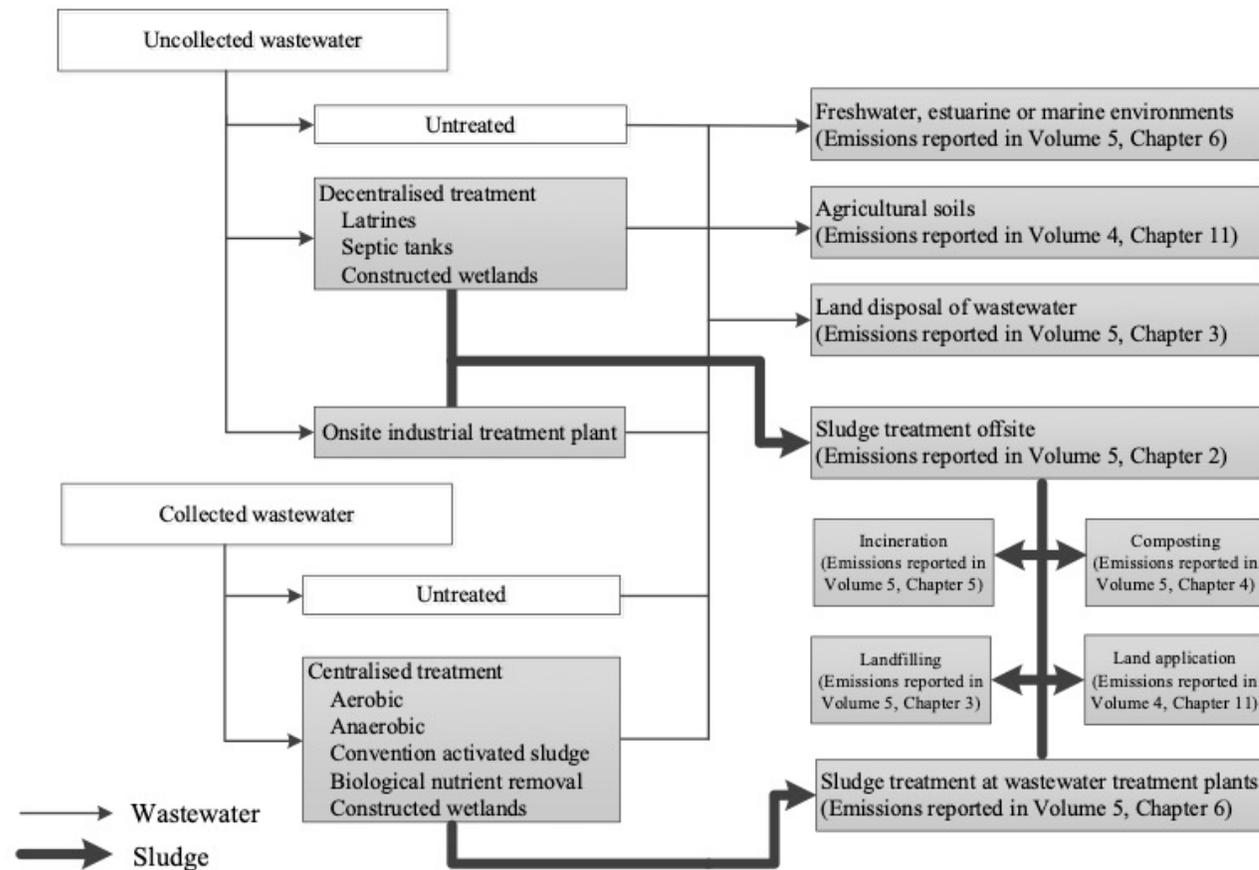
Figura 6.1 Tratamiento y vías de eliminación de las aguas residuales



Nota: Las emisiones correspondientes a los recuadros en negrita son las que se abordan en este capítulo.

TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Figure 6.1 (Updated) Wastewater treatment systems and discharge pathways



POTENCIALES DE EMISIÓN DE CH₄ PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS

Las aguas residuales, así como sus componentes de lodo, pueden producir CH₄ si se degradan anaeróbicamente. El factor principal para determinar el potencial de generación de CH₄ de las aguas residuales es la **cantidad de material orgánico degradable** en las aguas residuales.

Los parámetros comunes utilizados para medir el componente orgánico de las aguas residuales son la **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)** y la **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**.

En las mismas condiciones, las aguas residuales con concentraciones más altas de DQO o DBO generalmente producirán más CH₄ que las aguas residuales con concentraciones más bajas de DQO (o DBO).

POTENCIALES DE EMISIÓN DE CH₄ PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS

CUADRO 6.1
POTENCIALES DE EMISIÓN DE CH₄ Y N₂O PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS Y LODOS RESIDUALES

Tipo de tratamiento y eliminación		Potenciales de emisión de CH ₄ y N ₂ O		
Recolectadas	No tratadas	Eliminación en ríos	Ríos y lagos estancados y pobres en oxígeno pueden permitir la descomposición anaeróbica que produzca CH ₄ . Ríos, lagos y estuarios son probables fuentes de N ₂ O.	
		Alcantarillas (cerradas y subterráneas)	No son fuentes de CH ₄ /N ₂ O	
		Alcantarillas (abiertas)	Las cloacas o alcantarillas abiertas, acequias o los canales abiertos, sobrecargados y estancados suelen ser fuentes significativas de CH ₄	
	Tratadas	Tratamiento aeróbico	Plantas de tratamiento centralizado aeróbico de aguas servidas	Pueden producir poco CH ₄ en bolsones anaeróbicos. Los sistemas de tratamiento mal diseñados o gestionados producen CH ₄ . Las plantas avanzadas con eliminación de nutrientes (nitrificación y desnitrificación) son pequeñas, pero fuentes bien diferenciadas de N ₂ O.
			Tratamiento anaeróbico de los lodos en plantas centralizadas de tratamiento de aguas residuales	El lodo puede ser una importante fuente de CH ₄ si el CH ₄ emitido no se recupera ni se quema en antorcha.
		Pozas aeróbicas poco profundas	Fuente poco probable de CH ₄ y/o N ₂ O Los sistemas de tratamiento mal diseñados o mal gestionados producen CH ₄ .	
		Tratamiento anaeróbico	Lagunas anaeróbicas	Fuente probable de CH ₄ No es fuente de N ₂ O.
			Reactores anaeróbicos	Puede ser una importante fuente de CH ₄ si el CH ₄ emitido no se recupera ni se quema en antorcha.
	No recolectadas	Pozo séptico	La separación frecuente de los sólidos reduce la producción de CH ₄	
		Pozos abiertos y/o letrinas	Los pozos y/o letrinas suelen producir CH ₄ cuando la temperatura y el tiempo de retención son favorables	
Eliminación en ríos		Véase arriba.		

POTENCIALES DE EMISIÓN DE CH₄ PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS

TABLE 6.1 (UPDATED)		
CH ₄ AND N ₂ O EMISSION POTENTIALS FOR WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT AND DISCHARGE SYSTEMS		
Types of treatment and disposal		CH ₄ and N ₂ O emission potentials
Discharge from Collected or Uncollected Systems	Untreated or Treated Systems	Freshwater, estuarine, or marine discharge
		Non-aquatic environment (soils)

While modulated by oxygen status, CH₄ is generated in a range of freshwater and estuarine environments. Among them, stagnant or oxygen deficient environments are probable sources of N₂O.

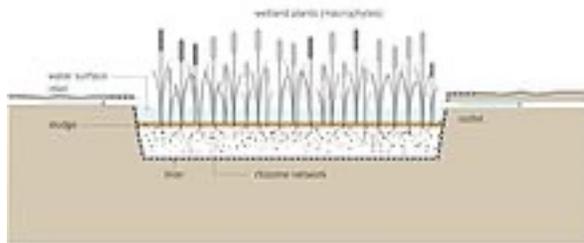
Emissions are considered in Volume 4 when applied to agricultural land.

Collected	<u>Untreated</u>	Sewers (closed and underground)		Likely source of CH ₄ /N ₂ O. However, insufficient data exist to quantify emission factors that address the variation in sewer type and operational conditions.	
		Sewers (open)		Stagnant, overloaded open collection sewers or ditches/canals are likely significant sources of CH ₄ .	
	<u>Treated</u>	Aerobic treatment	Centralised aerobic wastewater treatment plants		May produce limited CH ₄ from anaerobic pockets. May also liberate CH ₄ generated in upstream sewer networks during turbulent and/or aerobic treatment processes. Poorly designed or managed aerobic treatment systems produce higher CH ₄ due to reduced removal of organics in sludge during primary treatment. Plants with nutrient removal processes are sources of CH ₄ and N ₂ O.
			Aerobic shallow ponds		Unlikely source of CH ₄ /N ₂ O. Poorly designed or managed aerobic systems produce CH ₄ .
		Anaerobic treatment	Anaerobic lagoons		May be a significant source of CH ₄ . Insignificant source of N ₂ O.
			Facultative lagoons ²		Source of CH ₄ from anaerobic layer.
			Constructed wetlands		May be source of CH ₄ and N ₂ O. See <i>2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands</i> (IPCC 2014).
			Anaerobic reactors		May be a significant source of CH ₄ if emitted CH ₄ is not recovered or flared.
		Onsite sludge treatment ¹	Sludge anaerobic treatment in centralised aerobic wastewater treatment plant		Sludge may be a significant source of CH ₄ if emitted CH ₄ is not recovered or flared. In addition, sludge digestion and handling may be a source of fugitive CH ₄ from biogas recovery operations. See Chapter 4 for more details.
			Composting		Emissions are considered in Volume 5, Chapter 4.
Incineration and open burning			Emissions are considered in Volume 5, Chapter 5.		

TABLE 6.1 (UPDATED) (CONTINUED) CH₄ AND N₂O EMISSION POTENTIALS FOR WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT AND DISCHARGE SYSTEMS		
Types of treatment and disposal		CH₄ and N₂O emission potentials
Uncollected	Septic tanks (without dispersion field)	Source of CH ₄ . Frequent solids removal reduces CH ₄ production.
	Septic system (including a septic tank and a soil dispersal system)	Source of CH ₄ (tank) and N ₂ O (soil dispersal system). Frequent solids removal reduces CH ₄ production.
	Open pits/Latrines	Pits/latrines are likely to produce CH ₄ when temperature and retention time are favourable.
<p>¹ For onsite sludge treatment, see Chapters 4 and 5 for emissions methodology, but note that emissions for onsite systems should be reported under the Wastewater Treatment and Discharge category.</p> <p>² Facultative organisms can function in the presence or absence of molecular oxygen. In a facultative lagoon, the layer of water near the surface contains dissolved oxygen due to atmospheric reaeration and algal respiration, a condition that supports aerobic and facultative organisms. The bottom layer of the lagoon includes sludge deposits and supports anaerobic organisms. The intermediate anoxic layer—the facultative zone—ranges from aerobic near the top to anaerobic at the bottom (US EPA 2002b).</p>		

EMISIONES DE HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

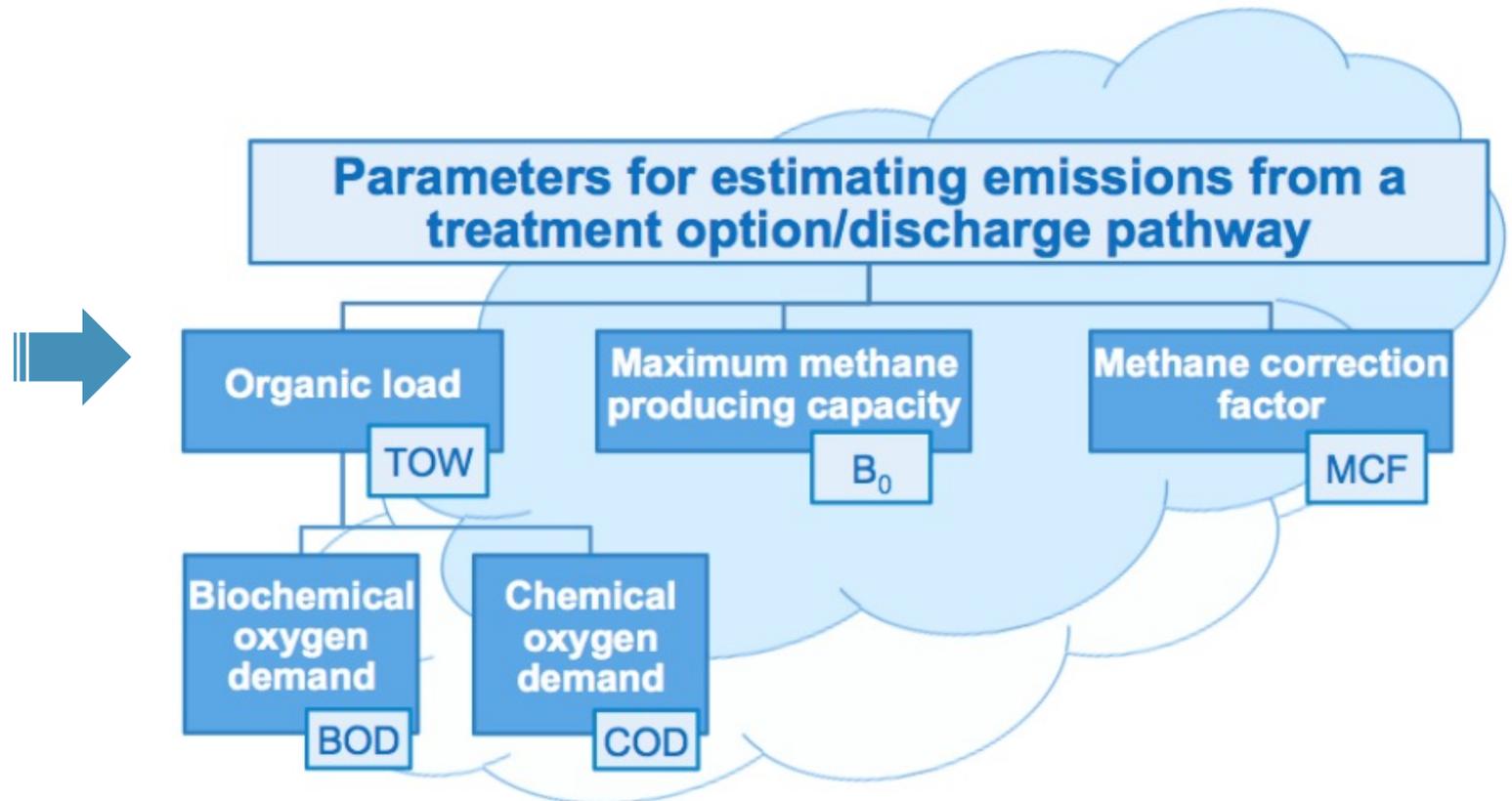
El Capítulo 6 “Constructed wetlands for wastewater treatment” del 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines: proporciona directrices para estimar el CH₄ y el N₂O a partir de tecnología de tratamiento adicional para aguas residuales: Humedales construidos, Humedales de tratamiento seminatural.



Wikipedia

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

Es una buena práctica dibujar las vías de descarga y aguas residuales del país para garantizar que todos los posibles sistemas y vías de tratamiento y descarga anaeróbicos (recolectados y no recolectados/tratados y no tratados) estén cubiertos.



TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

- Emisiones totales de CH₄ de las Aguas Residuales Domésticas

$$CH_4 Emissions = \left[\sum_{i,j} \left(\underset{\text{PASO 1}}{U_i} \cdot \underset{\text{PASO 1}}{T_{i,j}} \cdot \underset{\text{PASO 1}}{EF_j} \right) \right] \left(\underset{\text{PASO 2}}{TOW} - \underset{\text{PASO 3}}{S} \right) - \underset{\text{PASO 3}}{R}$$

Emisiones de CH₄: Emisiones de CH₄ en el año de inventario, kg CH₄/año

TOW: total de sustancias orgánicas en aguas residuales en el año de inventario, kg DBO / año

S: componente orgánico eliminado como lodo en el año de inventario, kg DBO / año

U_i: fracción de la población en el grupo de ingresos i en el año de inventario

T_{i,j}: grado de utilización de la vía o sistema de tratamiento / eliminación, j, para cada grupo de ingresos. Fracción i en el año de inventario

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 CH₄ / kg DBO

R: cantidad de CH₄ recuperada en el año de inventario, kg CH₄ / año

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

Para determinar la participación relativa de cada vía y sistema, es una buena práctica categorizar a toda la población en tres grupos con patrones distintivos de tratamiento de aguas residuales:

- rural
- bajos ingresos urbanos
- ingresos altos urbanos

En países con instalaciones de aguas residuales bien desarrolladas, no es necesario diferenciar la población urbana.

Es una buena práctica dibujar un diagrama de los diferentes tipos de tratamiento y acciones para garantizar la exhaustividad.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

CUADRO 6.5
VALORES SUGERIDOS PARA LA URBANIZACIÓN (U) Y EL GRADO DE UTILIZACIÓN DE LA VÍA DEL TRATAMIENTO O ELIMINACIÓN O DEL MÉTODO
POR GRUPO DE INGRESOS (T_{ij}) PARA LOS PAÍSES SELECCIONADOS

País	Urbanización(U) ¹			Grado de utilización de la vía del tratamiento o eliminación o del método por cada grupo de ingresos (T _{ij}) ³														
	Fracción de la población			U=rural					U=urbana de ingresos altos					U=urbana de ingresos bajos				
	Rural	urbana-alta ²	urbana-baja ²	Pozo séptico	Letrina	Otro	Cloaca ⁴	Ninguno	Pozo séptico	Letrina	Otro	Cloaca ⁴	Ninguno	Pozo séptico	Letrina	Otro	Cloaca ⁴	Ninguno
África																		
Nigeria	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17
Egipto	0,56	0,15	0,05	0,10	0,70	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20	0,56	0,15	0,05	0,10	0,70	0,00	0,17
Kenia	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17
Sudáfrica	0,48	0,15	0,15	0,00	0,70	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20	0,48	0,15	0,15	0,00	0,70	0,00	0,17
Asia																		
China	0,3	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,68	0,05	0,3	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14
India	0,33	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20	0,33	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14
Indonesia	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14
Paquistán	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14
Bangla Desh	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14
Japón	0,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,10	0	0	0,90	0	0,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,10
Europa																		
Rusia	0,00	0,10	0,00	0,00	0,90	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,10	0,00	0,00	0,90	0,00	ND
Alemania ⁵	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND
Reino Unido	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	ND
Francia	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	ND
Italia	0,00	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	ND
América del Norte																		
Estados Unidos	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND
Canadá	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND
América Latina y el Caribe																		
Brasil	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,20	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00
México	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,20	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00
Oceanía																		
Australia y Nueva Zelanda	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	ND

Notas: (ND = dato no disponible)

1. *Urbanization projections for 2005* (Proyecciones de urbanización para el 2005) (Naciones Unidas, 2002).
2. División sugerida entre ingresos altos urbanos y bajos ingresos urbanos. Se alienta a los países a utilizar sus propios datos o mejores apreciaciones.
3. Valores de T_{ij} basados en dictamen de expertos, (Doorn y Liles, 1999).
4. Las cloacas pueden ser abiertas o cerradas (alcantarillados), lo cual determinará la elección de MCF, véase el Cuadro 3.3.
5. Destatis, 2001.

Nota: Estos datos se han tomado de la bibliografía o están basados en dictamen de expertos. Por favor use valores nacionales, si los hay.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

EQUATION 6.2
CH₄ EMISSION FACTOR FOR
EACH DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT/DISCHARGE PATHWAY OR SYSTEM

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Where:

EF_j = emission factor, kg CH₄/kg BOD

j = each treatment/discharge pathway or system

B_o = maximum CH₄ producing capacity, kg CH₄/kg BOD

MCF_j = methane correction factor (fraction), See Table 6.3.

TABLE 6.2
DEFAULT MAXIMUM CH₄ PRODUCING CAPACITY (B_o) FOR DOMESTIC WASTEWATER

0.6 kg CH₄/kg BOD

0.25 kg CH₄/kg COD

Based on expert judgment by lead authors and on Doorn *et al.*, (1997)

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
Cloaca estancada	Abierta y caliente.	0,5	0,4 – 0,8
Cloaca en movimiento (abierta o cerrada).	Correntosa, 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

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

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

- **TOW** : tTotal de sustancias orgánicas en las aguas residuales en el año de inventario, kg DBO/ ño
- **P** : población del país en el año del inventario, (personas)
- **BOD** : BOD percápita específico del país en el año del inventario, g/persona/day
- **0.001** : conversión fde gramos de BOD a kg BOD
- **I** : factor de corrección para la DBO industrial adicional descargada en el alcantarilldo (para colectadas el valor por defecto es 1.25, para no colectadas es 1.00)

TABLE 6.4
ESTIMATED BOD₅ VALUES IN DOMESTIC WASTEWATER FOR SELECTED REGIONS AND COUNTRIES

Country/Region	BOD ₅ (g/person/day)	Range	Reference
Africa	37	35 – 45	1
Egypt	34	27 – 41	1
Asia, Middle East, Latin America	40	35 – 45	1
India	34	27 – 41	1
West Bank and Gaza Strip (Palestine)	50	32 – 68	1
Japan	42	40 – 45	1
Brazil	50	45 – 55	2
Canada, Europe, Russia, Oceania	60	50 – 70	1
Denmark	62	55 – 68	1
Germany	62	55 – 68	1
Greece	57	55 – 60	1
Italy	60	49 – 60	3
Sweden	75	68 – 82	1
Turkey	38	27 – 50	1
United States	85	50 – 120	4

Note: These values are based on an assessment of the literature. Please use national values, if available.

Reference:

1. Doorn and Liles (1999).
2. Feachem *et al.* (1983).
3. Masotti (1996).
4. Metcalf and Eddy (2003).

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

El método de **Nivel 1** aplica valores por defecto para el factor de emisión y los parámetros de actividad. Este método es considerada una buena práctica para países con datos limitados.

El método de **Nivel 2** sigue el mismo método que el Nivel 1 pero permite la incorporación de un factor de emisión específico del país y datos de actividad específicos del país. Por ejemplo, bajo este método podría incorporarse un factor de emisión específico para un sistema de tratamiento basado en mediciones de campo. Debe tenerse en cuenta la cantidad de lodos eliminados para la incineración, los vertederos y las tierras agrícolas.

Para un país con buenos datos y metodologías avanzadas, se podría aplicar un método específico de país como método de **Nivel 3**. Un método específico de país más avanzado podría basarse en datos específicos de planta de grandes instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

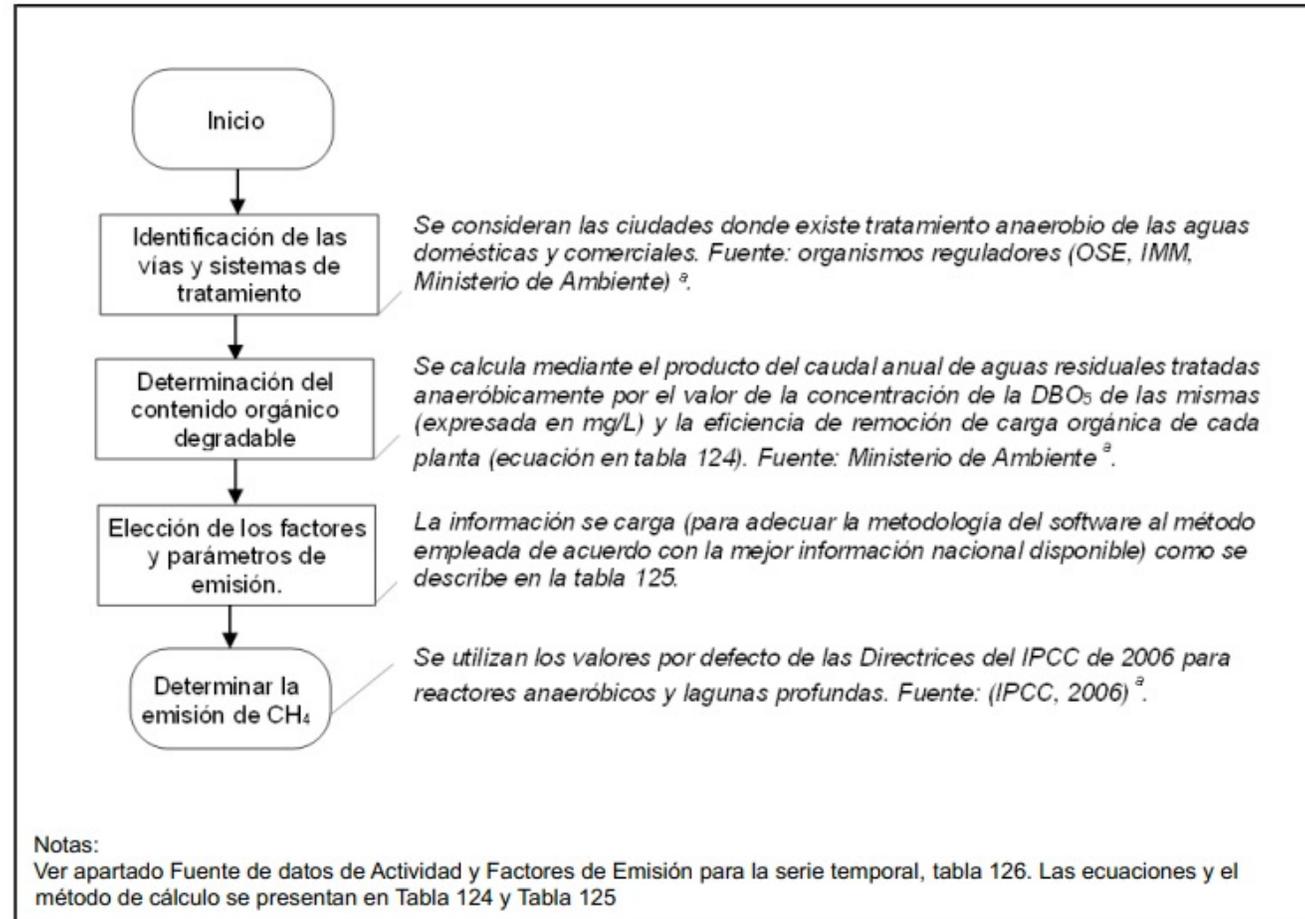
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

País	Descripción
Armenia	<p>Las Directrices del IPCC de 2006 no recomiendan ningún valor predeterminado para la DBO para Armenia, los países del sur del Cáucaso o las ex repúblicas de la URSS. Por ese motivo, se utilizan los valores predeterminados recomendados por las Directrices del IPCC revisadas de 1996 para las ex repúblicas de la URSS. La población se clasifica en tres grupos según el tamaño del asentamiento:</p> <ul style="list-style-type: none">-grandes ciudades,-otras ciudades-pueblos <p>Los tipos de tratamiento respectivos son (Armenia, 2014, p. 116): * ciudades: 95% alcantarillado, 5% letrinas;* pueblos: 50% alcantarillado, 50% letrinas;* pueblos: 5% alcantarillado, 95% letrinas.</p>
Bulgaria	<p>El cálculo de la recuperación de CH₄ del tratamiento de aguas residuales se basa en cuestionarios enviados a los operadores de las empresas de suministro y servicios de agua. Incluyen información sobre el tipo de sistema de tratamiento para la utilización de CH₄ (por ejemplo, sistema de almacenamiento de gas, tanques de metano y sistema de quema de gas); cantidad total de CH₄ recuperado, CH₄ almacenado, utilizado y metano quemado y año de puesta en marcha de la instalación para la recuperación de CH₄ (Bulgaria, 2014, p. 412).</p>
Chile	<p>Los lodos removidos durante el tratamiento de aguas residuales se envían a diferentes destinos. La mayor parte termina en vertederos; Las emisiones de CH₄ para este tipo de sitios de disposición de desechos sólidos se contabilizan en la categoría de “eliminación de desechos sólidos”. Otra parte de los lodos se desecha en las operaciones agrícolas como compost (Chile, 2014b, p. 145).</p>

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

Pais	Descripción
Namibia	Se dispone de buenos datos de caudal y demanda química de oxígeno para la principal planta de tratamiento de aguas residuales del país. Estos datos se complementan con juicios de expertos y valores predeterminados para otras regiones. El BUR contiene una tabla detallada con datos de población, generación de aguas residuales y tipo de tratamiento para 13 regiones de Namibia (Namibia, 2014, pp. 86).
Vietnam	No hay datos estadísticos para el tipo de tratamiento de aguas residuales o la vía de descarga en cada grupo de ingresos. El parámetro se decide mediante la evaluación de expertos y el promedio ponderado de la fracción del tipo de tratamiento o vía de descarga (Vietnam, 2014, p. 234): * planta de tratamiento aeróbica centralizada: 2 %* sistema séptico: 55 %* sin tratar: 43%
South Africa	El NIR incluye una tabla detallada sobre el tipo de tratamiento o vía de descarga (fosa séptica, letrina, alcantarillado estancado, alcantarillado cerrado, alcantarillado abierto y tibio, alcantarillado fluyendo, ninguno, otro) por grupo de ingresos (rural, urbano de altos ingresos, urbano de bajos ingresos, ingreso) (Sudáfrica, 2014, p. 243).

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄



VER PROCEDIMIENTO y EXCEL

Figura 8. Proceso de cálculo de las emisiones de CH₄

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄



Valores verificados en 2021 para INGEI 2019, no hay datos para 2018
Para 2018 se toman las plantas reportadas en 2017 y se actualizan valores

	DBO (mg/L)	DBO (kg/L)	Q(m3/d)	Q(m3/año)	Tratamiento	Eficiencia	Fuente	Observaciones
Las Piedras	205	0.21	4530	1653450	Tanque Imhoff y lechos percoladores	0.171	INGEI 2012	Sin actualización en SIA
Pando	327	0.33	2800	1022000	UASB	0.694	INGEI 2012	Sin actualización en SIA
Rosario	58	0.06	1000	365000	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.316	INGEI 2012, IAO 2019	IAO 2019,SADI 2020
Young S6 La Esmeralda	141.4	0.14	95	34675	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.392	INGEI 2012	IAO 2019, 2020 SADI 2020
Young G2 Pque Municipal	169.6	0.17	823	300395	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.375	IAO 2019, INGEI 2012	SADI 2020 (dos lagunas sin tasas de diseño)
Young S4 La Cachimba	188.1	0.19	524	191260	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.346	IAO 2019 INGEI 2012	DBO vertido de IAO 2020
Young C2 Pque Marín	148.9	0.15	352	128480	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.120	INGEI 2012, SADI 2020, IAO 2019	
Chuy	376.2	0.38	1800	657000	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.703		SADI 2020, IAO 2019
Ecilda Paullier	353.0	0.35	190	69350	Lagunas (anaerobia, facultativa)	0.830	SADI 2015 ,SIA	Sin actualización en SIA
Rocha	654.0	0.65	2040	744600		0.775	SADI, IAO. 2019	revisar
Libertad					Reactor para remover N	0.600	SADI 2020	
Cardona	152.0	0.15	616	224840	Lagunas (anaerobia y facultativa)	0.600	SADI 2015, IAO 2019	Promedio DBO salida en 2019 60,8 mg/L
Aigua	146.0	0.15	884	322660	Laguna facultativa	0.890	SADI 2015 INGEI 2014	Sin actualización en SIA
Pueblo Riso	51.0	0.05	190	69350	Laguna facultativa	0.850	SADI, SIA INGEI 2014	Sin actualización en SIA
Durazno					Sistema Aeróbico	No se considera en INGEI	SADI SIA	Reactor aireado SADI 2015
Artigas	77	0.077	8806	3214190	Reactores	0.96	SADI SIA IAO 2019	Verificar si reactor es anaerobico ? Por tasa de diseño parece aerobico SADI 2015

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS: EMISIONES DE CH₄

Recomendaciones

- Utilice agrupaciones apropiadas de la población, ya sea siguiendo las líneas de las Directrices del IPCC (urbana de altos ingresos, urbana de bajos ingresos, rural) o utilizando otros criterios como el tamaño del asentamiento (por ejemplo, Armenia) u otros (Uruguay).
- Asegúrese de que todas las aguas residuales estén incluidas en los cálculos; esto se puede lograr preparando un diagrama de flujo de agua como lo sugieren las Directrices del IPCC.
- Se debe usar el mismo método y conjuntos de datos para estimar las emisiones de CH₄ de las aguas residuales para cada año. El MCF para diferentes sistemas de tratamiento no debe cambiar de un año a otro, a menos que tal cambio sea justificable y esté documentado.
- Si faltan datos sobre la proporción de aguas residuales no recolectadas tratadas en el sitio frente a las no tratadas durante uno o más años, los datos sustitutos y las técnicas de empalme de extrapolación/interpolación descritas en el Capítulo 5, del Volumen I, Directrices del IPCC de 2006.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

La evaluación del potencial de producción de CH₄ de las corrientes de aguas residuales industriales se basa en la concentración de materia orgánica degradable en las aguas residuales, el volumen de aguas residuales y la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales en sistemas anaeróbicos.

Usando estos criterios, las principales fuentes de aguas residuales industriales con alto potencial de producción de gas CH₄ se pueden identificar de la siguiente manera:

- fabricación de pulpa y papel;
- procesamiento de carnes y aves (mataderos);
- producción de alcohol, cerveza, almidón; • producción de productos químicos orgánicos;
- otros procesamientos de alimentos y bebidas (productos lácteos, aceite vegetal, frutas y verduras, fábricas de conservas, elaboración de jugos, etc.).

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

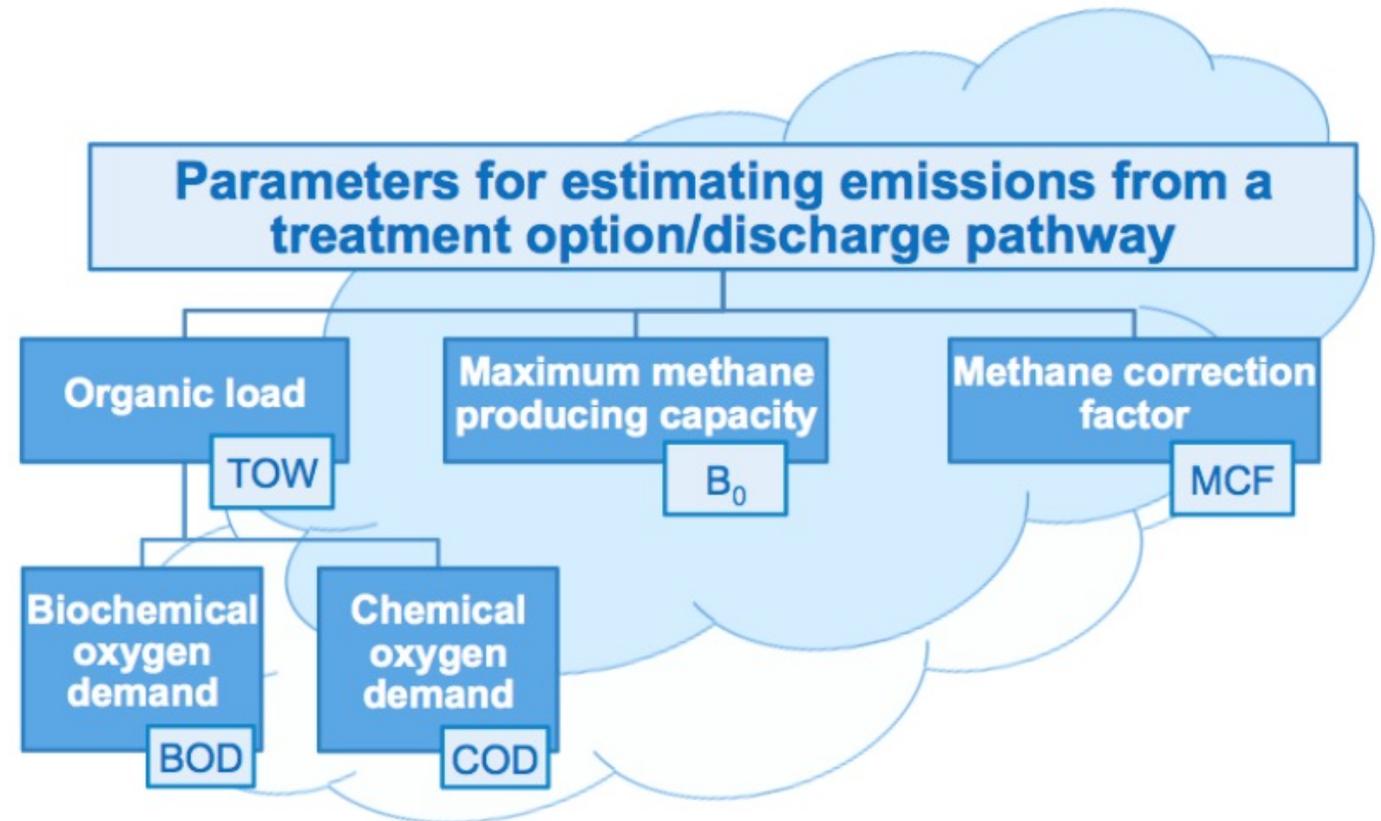
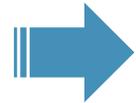
- Las aguas residuales industriales pueden ser tratadas in situ o descargadas en los sistemas de alcantarillado
- Las emisiones de CH₄ del tratamiento in situ de las aguas residuales industriales:

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

- **Emisiones de CH₄** : Emisiones de CH₄ en el año inventario, kg CH₄/yr
- **TOW_i** : total de materia orgánica degradable en las aguas residuales de la industria i en el año del inventario kg COD/año
- **i** : sector industrial
- **S_i** : Componente orgánico removido como lodos en el año de inventario, kg COD / año
- **EF_i** : factor de emisión para la industria i, kg CH₄ / kg DQO para la vía o sistemas de tratamiento / eliminación.
- Si se utiliza más de una práctica de tratamiento en una industria, este factor tendría que ser un promedio ponderado.
- **R_i**: cantidad de CH₄ recuperada en el año de inventario, kg CH₄ / año

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

Identificar qué actividades son clave.
Producción anual de la actividad
Cuánta agua residual genera típicamente la industria y Composición (COD)



TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

- El dato de la actividad es la cantidad de materia orgánica degradable en las aguas residuales (TOW):

$$TOW_i = P_i \bullet W_i \bullet COD_i$$

TOW_i : total de materia orgánicamente degradable en las aguas residuales para la industria *i*, kg COD/año

i : sector industrial

P_i : producto industrial total para el sector industrial *i*, t/yr

W_i : aguas residuales generadas, m³/t producto

COD_i : demanda química de oxígeno (componente orgánica degradable en las aguas residuales industriales, kg COD/m³)



- Agencias Regulatoras
- Estadísticas
- Asociaciones industriales
- Literatura científica
- Juicio experto
- Datos sitio específico

Industry Type	Wastewater Generation W (m ³ /ton)	Range for W (m ³ /ton)	COD (kg/m ³)	COD Range (kg/m ³)
Alcohol Refining	24	16 – 32	11	5 – 22
Beer & Malt	6.3	5.0 – 9.0	2.9	2 – 7
Coffee	NA	NA –	9	3 – 15
Dairy Products	7	3 – 10	2.7	1.5 – 5.2
Fish Processing	NA	8 – 18	2.5	
Meat & Poultry	13	8 – 18	4.1	2 – 7
Organic Chemicals	67	0 – 400	3	0.8 – 5
Petroleum Refineries	0.6	0.3 – 1.2	1.0	0.4 – 1.6
Plastics & Resins	0.6	0.3 – 1.2	3.7	0.8 – 5
Pulp & Paper (combined)	162	85 – 240	9	1 – 15
Soap & Detergents	NA	1.0 – 5.0	NA	0.5 – 1.2
Starch Production	9	4 – 18	10	1.5 – 42
Sugar Refining	NA	4 – 18	3.2	1 – 6
Vegetable Oils	3.1	1.0 – 5.0	NA	0.5 – 1.2
Vegetables, Fruits & Juices	20	7 – 35	5.0	2 – 10
Wine & Vinegar	23	11 – 46	1.5	0.7 – 3.0

Notes: NA = Not Available.
Source: Doom *et al.* (1997).

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

Estimación del Factor de emisión

EQUATION 6.5
CH₄ EMISSION FACTOR FOR INDUSTRIAL WASTEWATER

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Where:

- EF_j = emission factor for each treatment/discharge pathway or system, kg CH₄/kg COD, (See Table 6.8.)
- j = each treatment/discharge pathway or system
- B_o = maximum CH₄ producing capacity, kg CH₄/kg COD
- MCF_j = methane correction factor (fraction) (See Table 6.8.)

Good practice is to use country and industry sector specific data that may be available from government authorities, industrial organisations, or industrial experts. However, most inventory compilers will find detailed industry sector-specific data unavailable or incomplete. If no country-specific data are available, it is *good practice* to use the IPCC COD-default factor for B_o (0.25 kg CH₄/kg COD).

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

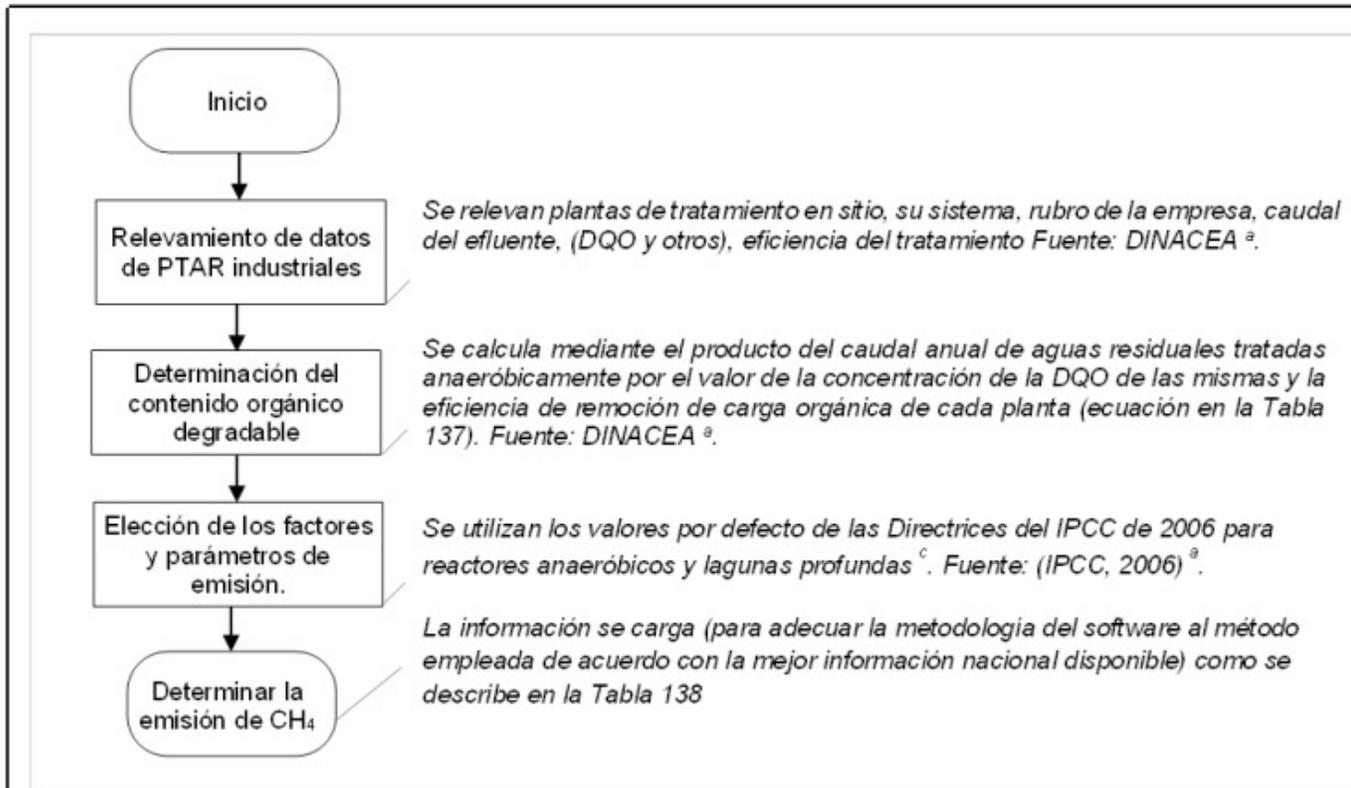
¹ Basado en dictamen de expertos realizado por los autores principales de esta sección

Ver Cuadro 6.8 updated en Refinamiento 2019 IPCC 2006

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

País	Descripción
Chile	La información para todo el país estaba disponible para 2006 a 2010; años anteriores se estimaron utilizando datos extrapolados de este período. (2014b), pág. 145). Se revisaron varias metodologías para la extrapolación. La mejor opción identificada fue utilizar los cambios anuales del PIB como impulsor del cambio en la generación de aguas residuales y los factores de emisión predeterminados del IPCC (Chile, 2015).
India	Los datos sobre aguas residuales industriales son complejos debido a los diferentes procesos y productos involucrados en la generación de diferentes cantidades y calidades de desechos. Los datos se obtuvieron a través de una extensa investigación bibliográfica y visitas industriales. Los valores predeterminados se utilizan y marcan con referencia para conjuntos de datos no confiables (India, 2012, p. 74).
Vietnam	Los datos de actividad se recopilan en tres pasos: identificación de las principales industrias del país y cantidades de producción; estimación de la generación de aguas residuales de estas industrias por unidad de producción; Demanda Química de Oxígeno específica del país para estas industrias. El NIR incluye todos los datos relevantes (Vietnam, 2014, p. 227).

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄



VER PROCEDIMIENTO y EXCEL

Notas:

a. Ver Fuentes de datos de actividad y Factores de Emisión para la serie temporal (Tabla 139) y ecuaciones y método de cálculo, Tabla 137 y Tabla 138

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄



$$CH_4 = \sum (Bo \times MCF) \times (TOW - S) - R$$

CH ₄	emisiones de CH ₄ durante el año del inventario	kg. de CH ₄ /año
TOW	Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario.	kg DQO/año
S	componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (POR DEFECTO CERO)	kg DQO/año
R	Recuperación de metano (POR DEFECTO CERO)	Kg de CH₄/año
Bo	capacidad máxima de producción de CH ₄	0,25 kg de CH₄/kg. de DQO
MCF	factor corrector para el metano	0,8

[VER PROCEDIMIENTO y EXCEL](#)

$$TOW_i = DQO_i \times 10^{-3} \times Q_i \times \text{eficiencia}$$

TOW _i	total de la materia degradable de manera orgánica en las aguas residuales de la planta i	Kg DQO/año
Q _i	Caudal de efluente de la planta i	m ³ /año
DQO _i	Carga orgánica al ingreso al sistema de tratamiento	ppm
Eficiencia	Eficiencia global del sistema de tratamiento	adimensional

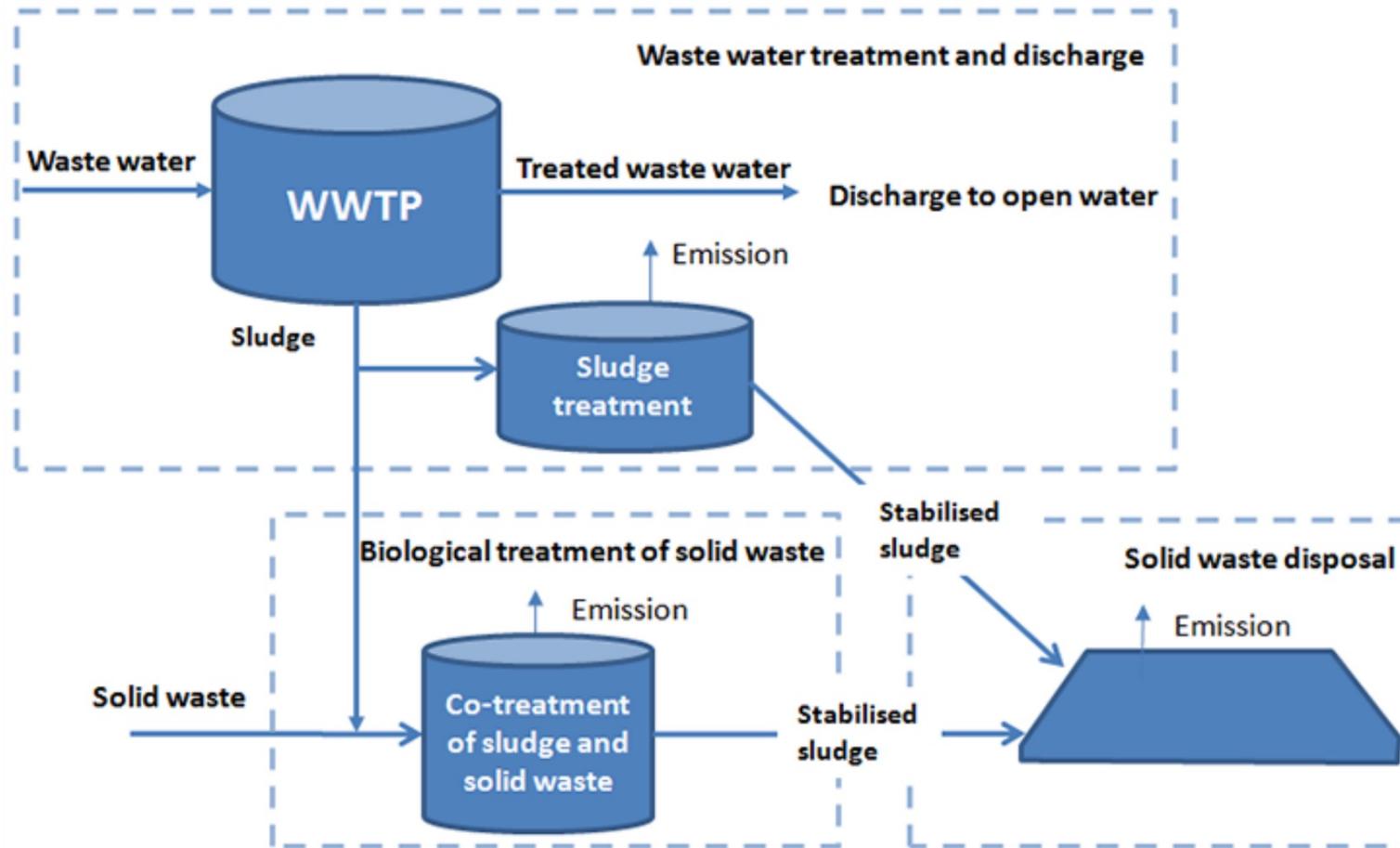
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: EMISIONES DE CH₄

Recomendaciones

- Si es posible, recopile datos en tres pasos: (i) identificación de las principales industrias y cantidades de producción; (ii) estimación de la generación de aguas residuales de estas industrias por unidad de producción; (iii) elaborar la Demanda Química de Oxígeno específica del país para estas industrias
- Una vez que se incluye un sector industrial en el cálculo del inventario, debe incluirse para cada año subsiguiente. Si el compilador del inventario agrega un nuevo sector industrial al cálculo, debe volver a calcular toda la serie temporal para que el método sea coherente de un año a otro. En el Volumen I, Capítulo 5 IPCC 2006, se proporciona orientación general sobre el recálculo de estimaciones a través de series temporales.
- Se pueden revisar los conjuntos de datos secundarios (p. ej., de las estadísticas nacionales, las agencias reguladoras, las asociaciones de tratamiento de aguas residuales o las asociaciones industriales), que se utilizan para estimar y clasificar la producción de desechos de DQO industrial.
- Se pueden cotejar los valores de los MCF con los de otros inventarios nacionales con características similares de aguas residuales.



METODOLOGIA PARA ESTIMACION DE EMISIONES GEI DE LODOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES



Example: sludge removed is sent to a landfill.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RRSS: EMISIONES DE CH₄

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

Emisiones de CH₄: emisiones totales de CH₄ en el año de inventario, Gg CH₄

M_i: masa de desechos orgánicos tratados por tratamiento biológico del tipo i, Gg

FE_i: factor de emisión para el tratamiento i, g CH₄ / kg de desechos tratados

i: compostaje o digestión anaeróbica

R: cantidad total de CH₄ recuperada en el año de inventario, Gg CH₄.

Si el gas recuperado es quemado en antorcha, las emisiones deben informarse en el Sector de Desechos

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RRSS: EMISIONES DE CH₄

- Niveles metodológicos para la estimación de las emisiones de CH₄ y N₂O
 - Nivel 1: El Nivel 1 utiliza los factores de emisión por defecto del IPCC
 - Nivel 2: FE específicos del país basados en mediciones representativas
 - Nivel 3: Datos de las instalaciones o datos de mediciones específicas de sitio (en línea o periódicos)
- Cuando no se dispone de datos nacionales
 - Valores por defecto regionales para DA y FE se indican en los Capítulos 2 y 4
- Es una *buena práctica* que los países utilicen datos nacionales, anuales o recopilados periódicamente, cuando estén disponibles
 - Estadísticas nacionales
 - Datos de las autoridades municipales o regionales responsables de la gestión de desechos, o de las empresas de gestión de desechos

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RRSS: EMISIONES DE CH₄

TABLE 4.1
DEFAULT EMISSION FACTORS FOR CH₄ AND N₂O EMISSIONS FROM BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE

Type of biological treatment	CH ₄ Emission Factors (g CH ₄ /kg waste treated)		N ₂ O Emission Factors (g N ₂ O/kg waste treated)		Remarks
	on a dry weight basis	on a wet weight basis	on a dry weight basis	on a wet weight basis	
Composting	10 (0.08 - 20)	4 (0.03 - 8)	0.6 (0.2 - 1.6)	0.24 (0.06 - 0.6)	Assumptions on the waste treated: 25-50% DOC in dry matter, 2% N in dry matter, moisture content 60%.
Anaerobic digestion at biogas facilities	2 (0 - 20)	0.8 (0 - 8)	Assumed negligible	Assumed negligible	The emission factors for dry waste are estimated from those for wet waste assuming a moisture content of 60% in wet waste.

Sources: Arnold, M.(2005) Personal communication; Beck-Friis (2002); Detzel *et al.* (2003); Petersen *et al.* 1998; Hellebrand 1998; Hogg, D. (2002); Vesterinen (1996).
Note: Default emission factors for CH₄ for anaerobic digestion already account for CH₄ recovery.



Ministerio
de Ambiente

Gracias por su atención

Guadalupe MARTÍNEZ

Consultora técnica

guadalexia@gmail.com