

CAPÍTULO 5

INCINERACIÓN E INCINERACIÓN ABIERTA DE DESECHOS

Autores

G.H. Sabin Guendehou (República de Benín), Matthias Koch (Alemania)

Leif Hockstad (Estados Unidos), Riitta Pipatti (Finlandia), y Masato Yamada (Japón)

Índice

5	Incineración e incineración abierta de desechos	
5.1	Introducción.....	5
5.2	Cuestiones metodológicas.....	6
5.2.1	Elección del método para estimar las emisiones de CO ₂	7
5.2.2	Elección del método para estimar las emisiones de CH ₄	12
5.2.3	Elección del método para estimar las emisiones de N ₂ O	14
5.3	Elección de los datos de la actividad	16
5.3.1	Cantidad de desechos incinerados.....	17
5.3.2	Cantidad de desechos quemados por incineración abierta	17
5.3.3	Contenido de materia seca.....	19
5.4	Elección de los factores de emisión.....	19
5.4.1	Factores de emisión de CO ₂	19
5.4.2	Factores de emisión de CH ₄	22
5.4.3	Factores de emisión de N ₂ O	22
5.5	Exhaustividad	24
5.6	Desarrollo de una serie temporal coherente.....	25
5.7	Evaluación de incertidumbre	25
5.7.1	Incertidumbres del factor de emisión	25
5.7.2	Incertidumbres en los datos de la actividad.....	26
5.8	GC/CC, generación de informes y documentación.....	26
5.8.1	Garantía de calidad / Control de calidad (GC/CC) del inventario.....	26
5.8.2	Generación de informes y documentación	27

Ecuaciones

Ecuación 5.1	Estimación de las emisiones de CO ₂ basada en la cantidad total de desechos quemados	7
Ecuación 5.2	Estimación de las emisiones de CO ₂ basada en la composición de los DSM.....	8
Ecuación 5.3	Emisiones de CO ₂ provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos.....	11
Ecuación 5.4	Estimación de las emisiones de CH ₄ basada en la cantidad total de desechos quemados	13
Ecuación 5.5	Estimación de las emisiones de N ₂ O basada en la entrada de desechos a los incineradores	15
Ecuación 5.6	Estimación de las emisiones de N ₂ O basada en los factores de influencia.....	16
Ecuación 5.7	Cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta.....	17
Ecuación 5.8	Contenido de materia seca en los DSM.....	19
Ecuación 5.9	Contenido de carbono total en los DSM.....	20

Ecuación 5.10 Fracción de carbono fósil (FCF) en los DSM..... 21

Figuras

Figura 5.1 Árbol de decisión para las emisiones de CO₂ procedentes de la incineración e incineración
abierta de desechos 10

Figura 5.2 Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes de la incineración e
incineración abierta de desechos..... 13

Cuadros

Cuadro 5.1 Panorama de las fuentes de datos de los diferentes Niveles metodológicos..... 11

Cuadro 5.2 Datos por defecto para los factores de emisión de CO₂ para la incineración e incineración abierta
de desechos 20

Cuadro 5.3 Factores de emisión de CH₄ para la incineración de los DSM 22

Cuadro 5.4 Factores de emisión de N₂O para la incineración de los DSM 23

Cuadro 5.5 Factores de emisión de N₂O de los lodos de aguas residuales y los desechos industriales 23

Cuadro 5.6 Factores de emisión de N₂O por defecto para los diferentes tipos y prácticas de gestión de los
desechos 24

Recuadros

Recuadro 5.1 ejemplo de estimación de DSM_B 18

5 INCINERACIÓN E INCINERACIÓN ABIERTA DE DESECHOS

5.1 INTRODUCCIÓN

La incineración se define como la combustión de los desechos sólidos y líquidos en instalaciones de incineración controladas. Los incineradores modernos de desperdicios poseen grandes chimeneas y cámaras de combustión especialmente diseñadas que producen altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los desechos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa. Los tipos de desechos incinerados incluyen los desechos sólidos municipales (DSM), desechos industriales, desechos peligrosos, desechos hospitalarios y lodos de aguas servidas¹. La práctica de la incineración de los DSM es actualmente más común en los países desarrollados, mientras que la incineración de los desechos hospitalarios es común tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo.

Las emisiones procedentes de la incineración sin recuperación de energía se declaran en el Sector Desechos, mientras que las emisiones debidas a la incineración con recuperación de energía se declaran en el Sector Energía, ambas con la distinción entre emisiones de dióxido de carbono (CO₂) fósil y biogénico. La metodología descrita en este capítulo se aplica en general a ambas incineraciones, con y sin recuperación de energía. La co-combustión de fracciones específicas de los desechos junto con otros combustibles no se aborda en este capítulo, pues la co-combustión está cubierta en el Volumen 2, Energía. Las emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas se consideran en el Sector AFOLU, Capítulo 5 del Volumen 4.

La incineración abierta de desechos puede definirse como la combustión de materiales combustibles no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, desechos de aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, donde el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna. La incineración abierta también puede incluir dispositivos de incineración que no controlan el aire de combustión para mantener una temperatura adecuada y no garantizan el tiempo de residencia necesario para una combustión completa. Esta práctica de gestión de desechos se emplea en muchos países en desarrollo, mientras que en los países desarrollados la incineración abierta de desechos puede estar estrictamente reglamentada u ocurrir con más frecuencia en las zonas rurales que en las áreas urbanas.

La incineración y la incineración abierta de desechos son, como otros tipos de combustión, fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. Los gases pertinentes emitidos incluyen el CO₂, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Normalmente, las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de desechos son más significativas que las emisiones de CH₄ y N₂O.

En coherencia con las *Directrices de 1996* (IPCC, 1997), sólo las emisiones de CO₂ que resultan de la oxidación durante la incineración e incineración abierta del carbono contenido en los desechos de origen fósil (p. ej., plásticos, algunos textiles, caucho, solventes líquidos y aceites desechados) se consideran emisiones netas y deben incluirse en las estimaciones de las emisiones nacionales de CO₂. Las emisiones de CO₂ debidas a la combustión de materiales de biomasa (p. ej., papel, alimentos y desechos de madera) contenidos en los desechos son emisiones biogénicas y no deben incluirse en las estimaciones de las emisiones totales nacionales. Sin embargo, si la incineración de desechos se usa con propósitos energéticos, se deben estimar ambas emisiones de CO₂, tanto las fósiles como las biogénicas. En las emisiones nacionales, bajo el Sector Energía, sólo deben incluirse las emisiones de CO₂ fósil, mientras que el CO₂ biogénico debe declararse, también en el Sector Energía, como elemento informativo. Más aún, si la combustión, o cualquier otro factor, provoca una disminución a largo plazo del carbono total integrado en la biomasa viva (p. ej., los bosques), esta liberación neta de carbono debe hacerse evidente en los cálculos de las emisiones de CO₂ descritos en el Volumen Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) de las *Directrices de 2006*.

Este capítulo brinda orientación sobre las opciones metodológicas para estimar y declarar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de todos los tipos de desechos combustibles. Donde es posible, se proporcionan valores por defecto para los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros.

Los contaminantes tradicionales del aire debidos a la combustión —compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x)— están cubiertos por los sistemas existentes de inventarios de emisiones. Por esto, el IPCC no proporciona aquí nuevas metodologías para estos gases, pero recomienda que los expertos nacionales o los compiladores del inventario utilicen los métodos

¹ La generación, composición y prácticas de gestión de los desechos, incluidas la incineración y la incineración abierta de los desechos, se abordan en detalle en el Capítulo 2 de este volumen.

existentes publicados bajo acuerdo internacionales. Algunos de los ejemplos principales de la bibliografía actual que proporciona métodos incluyen: la guía “*EMEP/CORINAIR Guidebook*” (EMEP 2004), el documento “*US EPA's Compilation of Air Pollutant Emissions Factors*” (Compilación de los factores de emisión de los contaminantes del aire de la EPA, Estados Unidos), AP-42, Fifth Edition (USEPA, 1995), y el informe “*EPA Emission Inventory Improvement Program Technical Report Series*” (Serie del Informe técnico del Programa de mejoramiento del inventario de emisiones del EPA), Vol. III Chapter 16: “*Open Burning*” (Incineración abierta) (USEPA, 2001).

La estimación de las emisiones de N₂O indirecto, que son el resultado de la conversión de la deposición de nitrógeno en los suelos debida a las emisiones de NO_x provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos, se abordan en la Sección 5.4.3 de este capítulo. Los antecedentes generales y la información para la declaración de las emisiones del N₂O indirecto se proporcionan en el Capítulo 7, Precursores y emisiones indirectas, del Volumen 1, Orientación general y generación de informes.

5.2 CUESTIONES METODOLÓGICAS

La elección del método depende de las circunstancias nacionales, entre las cuales se incluyen: el hecho de que la incineración e incineración abierta sean o no *categorías principales* del país y la medida en la que la información específica del país y de las plantas esté disponible o pueda ser recopilada.

Para la incineración de desechos, las estimaciones más exactas de las emisiones pueden desarrollarse determinando las emisiones según un criterio planta por planta y/o diferenciado para cada categoría de desechos (p. ej., DSM, lodos de aguas servidas, desechos industriales y otros desechos, incluidos los desechos hospitalarios y los desechos peligrosos). Los métodos para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos varían en función de los diferentes factores que influyen en los niveles de emisión. La estimación de la cantidad de carbono fósil contenido en los desechos incinerados es el factor más importante para determinar las emisiones de CO₂. Las otras emisiones, aparte del CO₂, dependen más de la tecnología y de las condiciones predominantes durante el proceso de incineración.

En algunos países, la incineración intencional de desechos en los sitios de eliminación de desechos sólidos se emplea a veces como práctica de gestión. Las emisiones provocadas por esta práctica y las que provienen de los incendios no intencionales (incendios accidentales en los sitios de eliminación de desechos sólidos) deben estimarse y declararse en conformidad con la metodología y la orientación proporcionadas para la incineración abierta de desechos.

El enfoque general para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos consiste en obtener la cantidad del peso en seco de los desechos incinerados o quemados por incineración abierta (preferentemente diferenciados por tipo de desecho) e investigar los factores de emisión de los gases de efecto invernadero relacionados (preferentemente a partir de información específica del país sobre el contenido de carbono y sobre la fracción de carbono fósil). Para las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos, el enfoque básico presentado aquí es un ejemplo de aplicación de un enfoque consecutivo:

- Identificar los tipos de desechos incinerados o quemados por incineración abierta: Los DSM, lodos de aguas servidas, desechos sólidos industriales y otros desechos (en particular los desechos peligrosos y los hospitalarios) incinerados/quemados por incineración abierta.
- Compilar los datos sobre las cantidades de desechos incinerados/quemados por incineración abierta, incluida la documentación sobre los métodos utilizados y las fuentes de los datos (p. ej., estadísticas de desechos, estudios, dictamen de expertos): los datos regionales por defecto se proporcionan en el Cuadro 2.1 del Capítulo 2, Datos de generación, composición y gestión de desechos, y los datos específicos del país, para un número limitado de países, en el Anexo 2A.1 de este Volumen. Los datos por defecto deben utilizarse sólo cuando no se disponga de datos específicos del país. Para la incineración abierta, la cantidad de desechos puede estimarse basándose en datos demográficos. Esto se aborda en la Sección 5.3.2.
- Usar los valores por defecto proporcionados sobre el contenido de materia seca, contenido de carbono total, fracción de carbono fósil y factor de oxidación (véase la Sección 5.4.1.3) para los diferentes tipos de desechos: Para los DSM, identificar preferentemente la composición de los desechos y calcular el respectivo contenido de materia seca, contenido de carbono total y la fracción de carbono fósil utilizando los datos por defecto proporcionados para cada componente de los DSM (plástico, papel, etc.) en la Sección 2.3, Composición de los desechos, de este Volumen.
- Calcular las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos sólidos.
- Proporcionar los datos de las hojas de cálculo incluidas en el anexo 1 de este Volumen.

Para otros tipos de desechos y otros gases de efecto invernadero, el enfoque suele no diferenciar, en términos de composición de los desechos, tanto como para el caso de los DSM. En las secciones siguientes se esboza una

orientación detallada para la elección del método, los datos de la actividad y los factores de emisión para los tipos principales de desechos, y para estimar las emisiones provenientes de la incineración de los desechos pertinentes y de las prácticas de incineración.

5.2.1 Elección del método para estimar las emisiones de CO₂

El método común para estimar las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos se basa en una estimación del contenido de carbono fósil en los desechos quemados, multiplicado por el factor de oxidación, y en una conversión del producto (cantidad de carbono fósil oxidado) en CO₂. Los datos de la actividad son las entradas de desechos en el incinerador o la cantidad de desechos que se quema al aire libre y los factores de emisión se basan en el contenido de carbono oxidado de los desechos que son de origen fósil. Entre los datos pertinentes se cuentan la cantidad y composición de los desechos, el contenido de materia seca, el contenido de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación.

En las secciones siguientes se describen los niveles que deben aplicarse para la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos. Los niveles difieren en cuanto a la medida en la que la cantidad total de desechos, los factores de emisión y los parámetros utilizados constituyen valores por defecto (Nivel 1), valores específicos del país (Nivel 2a y Nivel 2b) o valores específicos de la planta (Nivel 3).

5.2.1.1 NIVEL 1

El método de Nivel 1 es un método simple que se utiliza cuando las emisiones de CO₂ debidas a la incineración/quema-abierta no son una *categoría principal*. Se necesitan datos sobre la cantidad de desechos incinerados/quemados por incineración abierta². Los datos por defecto sobre los parámetros característicos (como contenido de materia seca, contenido de carbono y fracción de carbono fósil) para los diferentes tipos de desechos (DSM, lodos de aguas servidas, desechos industriales y otros desechos como los peligrosos y los hospitalarios) se proporcionan en el Cuadro 5.2 de este capítulo y en los Cuadros 2.3 a 2.6 de la Sección 2.3, relativos a la composición de los desechos, del Capítulo 2 de este Volumen. El cálculo de las emisiones de CO₂ se basa en una estimación de la cantidad de desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta tomando en cuenta el contenido de materia seca, el contenido de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación. El método basado en la cantidad total de desechos quemados se plantea en la Ecuación 5.1 y el método basado en la composición de los DSM se expresa en la Ecuación 5.2. Es preferible aplicar la Ecuación 5.2 para los DSM, pero si no se dispone de los datos de los DSM requeridos, en su lugar, debe utilizarse la Ecuación 5.1.

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

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

Donde:

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

² La metodología se aborda en la Sección 5.3, Elección de los datos de la actividad, y en el Capítulo 2, Datos de generación, composición y gestión de desechos.

DSM: desecho sólido municipal (si no se estima con la Ecuación 5.2), ISW: desecho sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HW: desecho peligroso, CW: desecho hospitalario, otros (que deben especificarse)

Si se dispone de los datos de la actividad de los desechos sobre la base de la materia seca -lo cual es preferible- la misma ecuación puede aplicarse sin especificar por separado el contenido de la materia seca y el peso húmedo. También, si un país posee datos sobre la fracción de carbono fósil en la materia seca, no necesita proporcionar CF_i ni FCF_i por separado sino combinarlos, en vez, en un solo componente.

Para los DSM, es una *buena práctica* calcular las emisiones de CO_2 sobre la base de los tipos de desechos/ material (como papel, madera, plásticos) en los desechos incinerados o quemados por incineración abierta, como se muestra en la Ecuación 5.2.

ECUACIÓN 5.2
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 BASADA EN LA COMPOSICIÓN DE LOS DSM

$$\text{Emisiones de } CO_2 = DSM \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones de CO_2	=	emisiones de CO_2 durante el año del inventario, Gg/año
DSM	=	cantidad total de desechos sólidos municipales en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
WF_j	=	fracción de tipo/material de desechos del componente j en los DSM (en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta)
dm_j	=	contenido de materia seca en el componente j de los DSM incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)
CF_j	=	fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono) del componente j , (fracción)
FCF_j	=	fracción de carbono fósil en el carbono total del componente j
OF_j	=	factor de oxidación, (fracción)
44/12	=	factor de conversión de C en CO_2
	con:	$\sum_j WF_j = 1$
j	=	componente de los DSM incinerado/sometido a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, desecho de alimentos, madera, desecho de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros desechos inertes.

Si no se dispone de los datos por tipo/material de desechos, pueden usarse los valores por defecto para la composición de los desechos presentados en la Sección 2.3, Composición de los desechos.

Si las emisiones de CO_2 provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos es una *categoría principal*, es una *buena práctica* aplicar un nivel metodológico superior.

5.2.1.2 NIVEL 2

El método de Nivel 2 se basa en datos específicos del país relacionados con la generación, composición y las prácticas de gestión de los desechos. En este nivel, también se aplican las Ecuaciones 5.1 y 5.2, como se delineó para el método de Nivel 1. Es una *buena práctica* utilizar el método de Nivel 2 cuando las emisiones de CO_2 provenientes de la incineración e incineración abierta de los desechos es una *categoría principal*, cuando se dispone de datos más detallados o éstos pueden acopiarse.

El Nivel 2a requiere el empleo de datos de la actividad específicos del país sobre la composición de los desechos y datos por defecto relativos a los otros parámetros de los DSM (Ecuación 5.2). Para otras categorías de desechos, se necesitan datos específicos del país sobre las cantidades (Ecuación 5.1). Una composición de los DSM específica del país, aún cuando se utilicen datos por defecto para los otros parámetros, reduce las incertidumbres en comparación con el uso de datos estadísticos agregados sobre los DSM.

Un método de Nivel 2a para la incineración abierta de desechos puede incorporar sondeos anuales sobre las cantidades y la composición de los desechos quemados en los hogares o por las autoridades y compañías responsables de la gestión de los desechos.

El Nivel 2b requiere, además de los datos específicos del país sobre la composición de los desechos, los datos específicos del país sobre la cantidad de desechos incinerados/quemados por incineración abierta por tipo de desecho (Ecuación 5.1), o bien, sobre composición de los DSM (Ecuación 5.2), contenido de materia seca, contenido de carbono, fracción de carbono fósil y factor de oxidación. Si se dispone de estos datos, una estimación realizada según el Nivel 2b tendrá una incertidumbre menor que la del Nivel 2a.

Un método de Nivel 2b para la incineración abierta de desechos puede incorporar sondeos anuales y detallados sobre las cantidades y la composición de los desechos quemados en los hogares o por las autoridades y compañías responsables de la gestión de los desechos mencionados en el Nivel 2a, junto a un programa combinado de mediciones de los factores relacionados con las prácticas de incineración abierta en el país.

Es una *buena práctica* implementar estos programas de mediciones en diferentes periodos del año para que se puedan tomar en consideración todas las estaciones, pues los factores de emisión dependen de las condiciones de la combustión. Por ejemplo, en algunos países donde hay una estación de lluvias y se practica la incineración abierta, se queman más desechos durante la estación seca a causa de las mejores condiciones de combustión. En estas circunstancias, los factores de emisión pueden variar según las estaciones.

En todo caso, todos los métodos, datos de la actividad y parámetros específicos del país que se hayan utilizado, deben describirse y justificarse de manera transparente. En el caso de la incineración abierta, la documentación debe incluir descripciones de todo procedimiento experimental, medición y análisis efectuado, así como información sobre los parámetros atmosféricos, tales como temperatura, viento y precipitaciones.

5.2.1.3 NIVEL 3

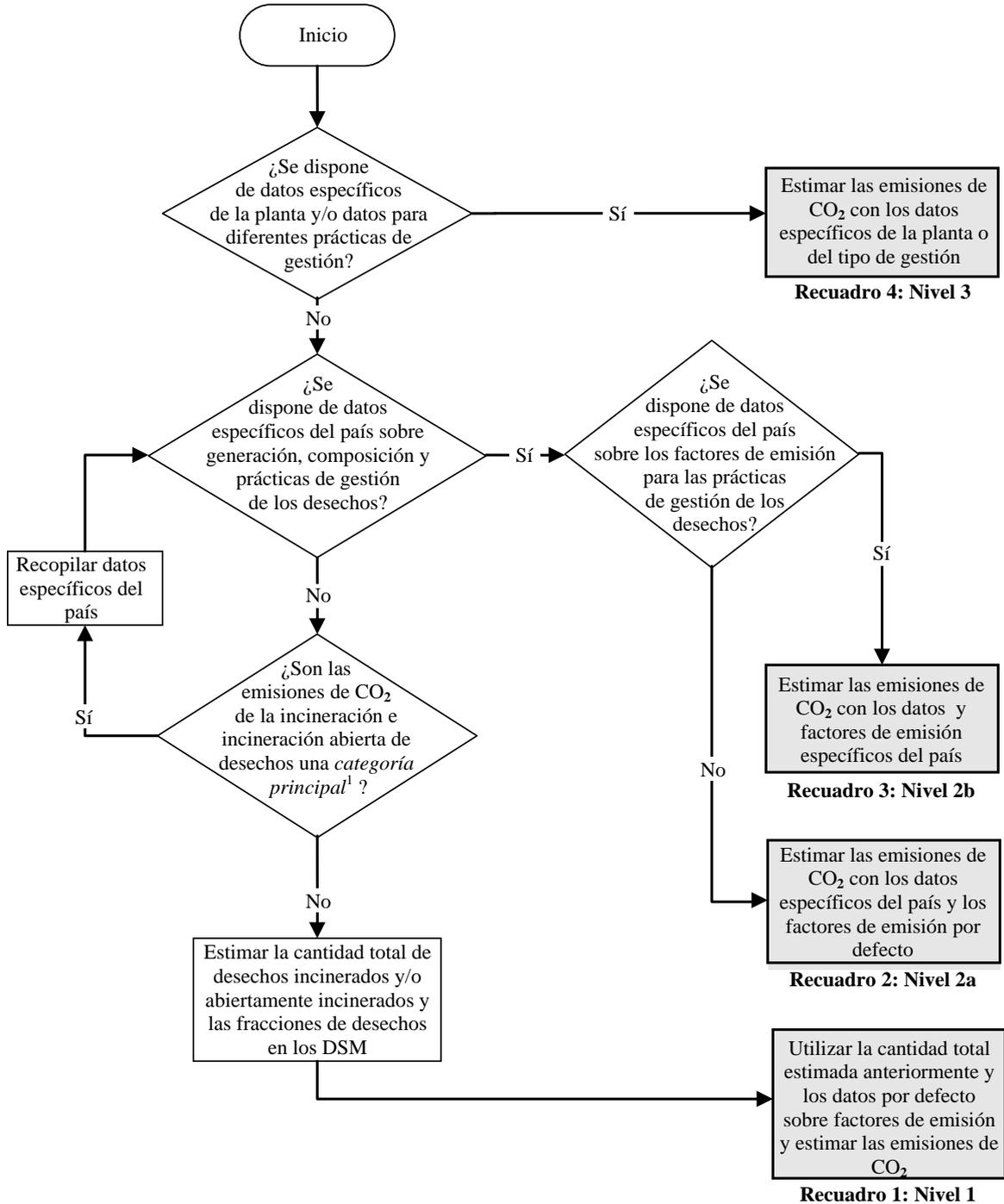
El método de Nivel 3 emplea datos específicos de la planta para estimar las emisiones de CO₂ procedentes de la incineración de desechos. En este nivel, es una *buena práctica* considerar los factores que afectan tanto el contenido de carbono fósil como el factor de oxidación. Los factores que afectan el factor de oxidación incluyen:

- tipo de instalación y/o tecnología: de lecho fijo, con cargador mecánico, de lecho fluidizado, en horno de altas temperaturas
- modo de operación: continuo, semi-continuo, por lotes,
- tamaño de la instalación,
- parámetros como el contenido de carbono en la ceniza.

El total de las emisiones de CO₂ fósil provenientes de la incineración de desechos se calcula como la suma de todas las emisiones de CO₂ fósil específicas de la planta. Es una *buena práctica* incluir en el inventario todos los tipos de desechos y la cantidad total incinerada, así como todos los tipos de incineradores. La estimación se realiza de manera similar a los métodos de Nivel 1 y Nivel 2 y al final, las emisiones de CO₂ provenientes de todas las plantas, instalaciones y otras subcategorías se suman para estimar el total de las emisiones procedentes de la incineración de desechos en el país.

El árbol de decisión de la Figura 5.1 brinda orientación para la elección del método. La opción retenida depende de las circunstancias nacionales y de la disponibilidad de los datos. Las prácticas de gestión mencionadas en el árbol de decisión se refieren a la incineración y la incineración abierta.

Figura 5.1 **Árbol de decisión para las emisiones de CO₂ procedentes de la incineración e incineración abierta de desechos**



Nota :

1. Para un análisis de las *categorías principales* y el uso de los árboles de decisión, Véase el Volumen 1 Capítulo 4. Opción metodológica e identificación de categorías principales (considérese la Sección 4.1.2 sobre recursos limitados).

El Cuadro 5.1, a continuación, brinda un panorama de los Niveles metodológicos a los que se deben aplicar los valores por defecto o los datos específicos del país para calcular las emisiones de CO₂.

CUADRO 5.1 PANORAMA DE LAS FUENTES DE DATOS DE LOS DIFERENTES NIVELES METODOLÓGICOS						
Fuentes de datos	Cantidad total de desechos (W)	Fracción de desechos (WF): % de cada componente principalmente para DSM	Contenido de materia seca (dm)	Fracción de carbono (CF)	Fracción de carbono fósil (FCF)	Factor de oxidación (OF)
Niveles						
Nivel 3	específico de la gestión de la planta	específico de la gestión de la planta	específico de la gestión de la planta	específico de la gestión de la planta	específico de la gestión de la planta	específico de la gestión de la planta
Nivel 2b	específico del país	específico del país	específico del país	específico del país	por defecto/ específico del país	por defecto/ específico del país
Nivel 2a	específico del país	específico del país	por defecto	por defecto	por defecto	por defecto
Nivel 1	por defecto/ específico del país	por defecto	por defecto	por defecto	por defecto	por defecto

5.2.1.4 EMISIONES DE CO₂ PROVENIENTES DE LA INCINERACIÓN DE DESECHOS FÓSILES LÍQUIDOS

Los desechos fósiles líquidos se definen aquí como residuos industriales y municipales, basados en aceites minerales, gas natural u otros combustibles fósiles. Incluyen los desechos antes utilizados como solventes y lubricantes. No incluyen las aguas residuales, a menos que se incineren (p. ej., debido a un alto contenido de solventes). Los desechos líquidos biogénicos, p. ej., los aceites de desecho del procesamiento de los alimentos, no necesitan ser contabilizados, a menos que los aceites biogénicos y fósiles estén mezclados y que una porción significativa de su carbono sea de origen fósil.

Los desechos líquidos fósiles son considerados aquí como un tipo especial de desechos, para los cuales la combustión es una práctica común de gestión. En algunos países no se incineran junto con los desechos sólidos (p. ej., desechos peligrosos) sino que se tratan por separado. En muchos casos, los desechos líquidos fósiles no son tomados en cuenta en las estadísticas sobre desechos, pues en algunos países no se incluyen como parte de las principales corrientes de desechos analizadas en la Sección 5.2.1.1.

Los desechos líquidos fósiles no se toman en cuenta en las Secciones 5.2.1.1 a 5.2.1.3 porque las ecuaciones no son aplicables a este tipo de desechos. A menos que los desechos líquidos fósiles se incluyan dentro de otros tipos de desechos (p. ej., desechos industriales, peligrosos), es necesario calcular las emisiones por separado. En coherencia con la orientación sobre la generación de informes, cuando los desechos fósiles líquidos se usan con propósitos energéticos, las emisiones correspondientes se declaran en el Volumen Energía.

Las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos pueden estimarse utilizando la Ecuación 5.3.

<p>ECUACIÓN 5.3</p> <p>EMISIONES DE CO₂ PROVENIENTES DE LA INCINERACIÓN DE DESECHOS FÓSILES LÍQUIDOS</p> $Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (AL_i \cdot CL_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$

Donde:

Emisiones de CO₂ = Emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos, Gg

AL_i = cantidad de desechos fósiles líquidos de tipo *i* incinerados, Gg

CL_i	=	contenido de carbono de los desechos fósiles líquidos de tipo i incinerados, (fracción)
OF_i	=	factor de oxidación para los desechos fósiles líquidos de tipo i , (fracción)
44/12	=	factor de conversión de C en CO_2

Si la cantidad de desechos fósiles líquidos se expresa en términos de volumen, debe convertirse en unidades de masa utilizando la densidad. Si en el país no se dispone de información sobre la densidad de los desechos fósiles líquidos, se puede emplear la densidad por defecto proporcionada.

Los tres niveles para estimar las emisiones de CO_2 provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos se describen como:

Nivel 1: en el Cuadro 5.2 se proporcionan los valores por defecto.

Nivel 2: en este nivel se requieren los datos específicos del país sobre la cantidad de desechos fósiles líquidos incinerados, los contenidos de carbono y los factores de oxidación específicos del país para cada tipo de desechos fósiles líquidos.

Nivel 3: deben emplearse los datos específicos de la planta, según su disponibilidad. Los datos necesarios son los mismos que para el Nivel 1 y el Nivel 2. En las estimaciones deben considerarse todas las plantas que incineran desechos fósiles líquidos, así como la cantidad total de desechos fósiles líquidos incinerados.

5.2.2 Elección del método para estimar las emisiones de CH_4

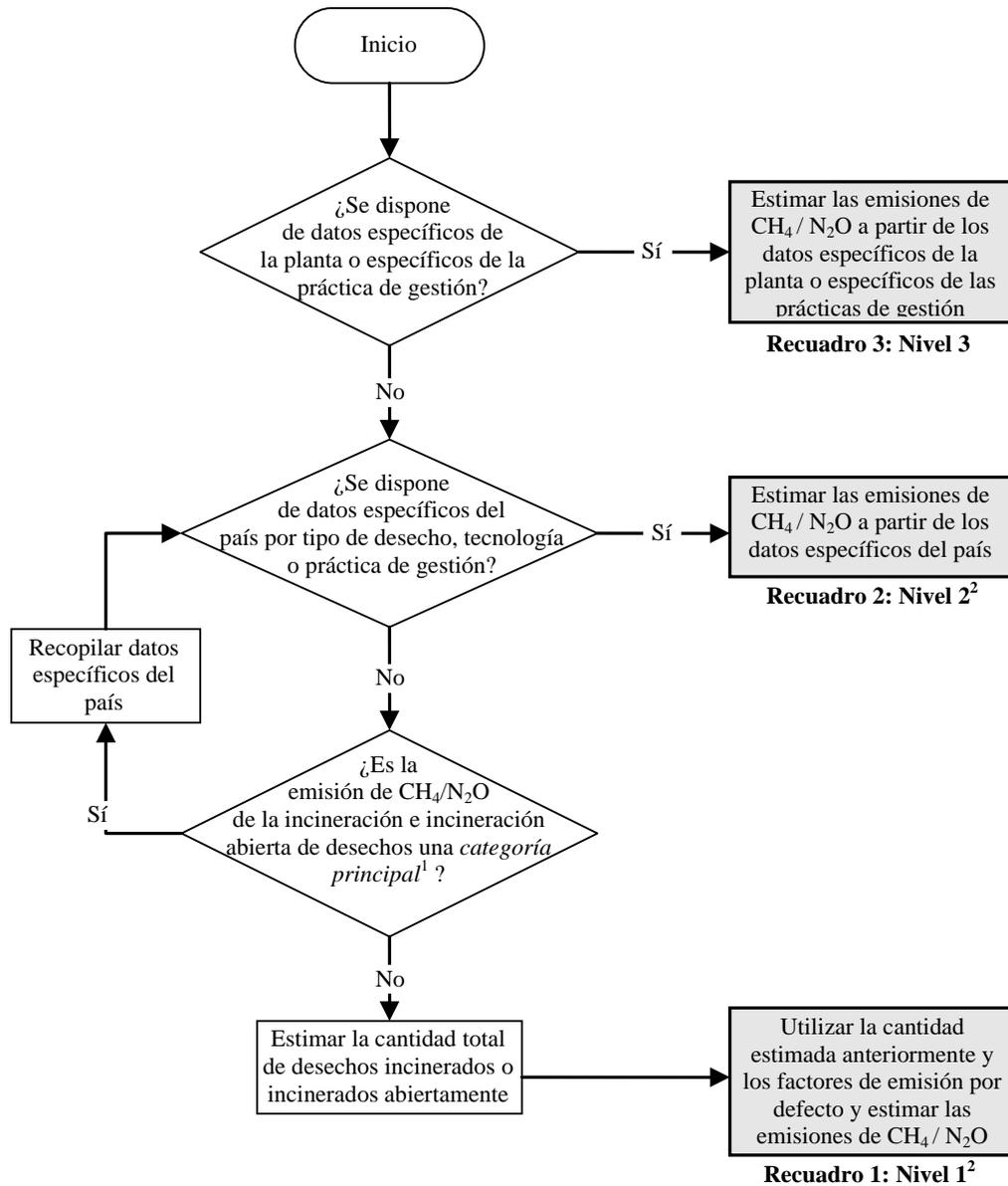
Las emisiones de CH_4 provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos son el resultado de una combustión incompleta. Los factores importantes que afectan las emisiones son la temperatura, el tiempo de residencia y proporción de aire (es decir, el volumen de aire en relación con la cantidad de desechos). Las emisiones de CH_4 son particularmente pertinentes para la incineración abierta, donde una gran proporción del carbono contenido en los desechos no se oxida. Las condiciones pueden variar en gran medida, pues los desechos son muy heterogéneos y combustibles de baja calidad por su valor calórico.

En los incineradores grandes y en buen funcionamiento, las emisiones de CH_4 suelen ser muy pequeñas. Es una *buena práctica* aplicar los factores de emisión del CH_4 proporcionados en el Capítulo 2, Combustión estacionaria, del Volumen 2.

El metano puede generarse también en el depósito de desechos de los incineradores si los niveles de oxígeno son bajos y si, en consecuencia, en los depósitos ocurren procesos anaeróbicos. Esto ocurre solamente si los desechos son húmedos, se almacenan por largos periodos y no se agitan convenientemente. En los casos en los que los gases provenientes del área de almacenamiento son inyectados en el suministro de aire de la cámara de incineración, se los incinera y las emisiones se reducen a niveles insignificantes (BREF, 2005).

La Figura 5.2 muestra el árbol de decisión para las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos.

Figura 5.2 **Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes de la incineración e incineración abierta de desechos**



Nota :

1. Para un análisis de las *categorías principales* y el uso de los árboles de decisión, Véase el Volumen 1 Capítulo 4. Opción metodológica e identificación de categorías principales (considérese la Sección 4.1.2 sobre recursos limitados).
2. Los métodos de Nivel 1 y Nivel 2 respetan el mismo enfoque, pero difieren en cuanto a la aplicación de los datos específicos del país

5.2.2.1 NIVEL 1

El cálculo de las emisiones de CH₄ se basa en la cantidad de desechos incinerados o quemados por incineración abierta y en el factor de emisión relacionado, como se muestra en la Ecuación 5.4.

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

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Donde:

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

La cantidad y composición de los desechos deben ser coherentes con los datos de la actividad utilizados para estimar las emisiones de CO₂ procedentes de la incineración e incineración abierta.

Para la incineración e incineración abierta de desechos, los factores de emisión por defecto se proporcionan en la Sección 5.4.2, Factores de emisión del CH₄.

Si las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración o incineración abierta de desechos son *categorías principales*, es una *buena práctica* emplear un nivel metodológico superior.

5.2.2.2 NIVEL 2

El Nivel 2 es similar al Nivel 1, pero toma en cuenta los datos específicos del país. Como en el Nivel 1, en el Nivel 2 se aplica también la Ecuación 5.4. Los compiladores del inventario deben utilizar los datos específicos del país, incluidos los datos sobre la actividad y los factores de emisión por desecho, la tecnología o la práctica de gestión.

Los países con una alta proporción de incineración abierta o de incineradores por lotes y/o semi-continuos deben considerar profundizar las investigaciones sobre los factores de emisión de CH₄.

5.2.2.3 NIVEL 3

Es una *buena práctica* utilizar el método de Nivel 3 si se dispone de los datos específicos de la planta. Deben considerarse todos los incineradores y sumar sus emisiones.

La Figura 5.2 proporciona un árbol de decisión general para estimar las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos. Los mejores resultados se obtienen si se dispone de los factores de emisión de CH₄ específicos del país o de la planta. La información sobre el CH₄ emitido por la incineración e incineración abierta de desechos que satisfagan el requerimiento del método de Nivel 3 es actualmente escasa.

Si el monitoreo detallado muestra que la concentración de un gas de efecto invernadero en la descarga de un proceso de combustión es igual o menor que la concentración del mismo gas en la entrada de aire ambiente al proceso de combustión, las emisiones pueden declararse como nulas. Para declarar estas emisiones como «emisiones negativas» se requiere un monitoreo continuo de alta calidad, tanto de la entrada de aire como de las emisiones atmosféricas.

5.2.3 Elección del método para estimar las emisiones de N₂O

El óxido nitroso se emite en los procesos de combustión a temperaturas de combustión relativamente bajas, entre 500 y 950 °C. Otros factores importantes que influyen en las emisiones son el tipo de dispositivos de control de los contaminantes del aire, el tipo y el contenido de nitrógeno de los desechos y la fracción de aire en exceso (BREF, 2005; Korhonen *et al.*, 2001; Löffler *et al.*, 2002; Kilpinen, 2002; Tsupari *et al.*, 2005). Las emisiones de N₂O provenientes de la combustión de desechos fósiles líquidos pueden considerarse insignificantes, a menos que los datos específicos del país indiquen lo contrario.

La Figura 5.2 proporciona un árbol de decisión general para estimar las emisiones de N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos. Se obtendrán resultados más exactos si las emisiones de N₂O se determinan para cada planta, basándose en los datos de monitoreo específicos de cada planta y luego estas emisiones se suman.

5.2.3.1 NIVEL 1

Los cálculos de las emisiones de N₂O se basan en la entrada de desechos a los incineradores o en la cantidad de desechos quemados por incineración abierta y en un factor de emisión por defecto. La relación se resume en la Ecuación 5.5, a continuación:

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

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

Donde:

- Emisiones de N₂O = emisiones de N₂O durante el año del inventario, Gg/año
- IW_i = cantidad de desechos de tipo *i* incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
- EF_i = factor de emisión de N₂O (kg. de N₂O/Gg de desechos) para desechos de tipo *i*
- 10⁻⁶ = factor de conversión de kilogramos en gigagramos
- i* = categoría o tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:
 DSM: desechos sólidos municipales, ISW: desecho sólido industrial, HW: desecho peligroso, CW: Desechos hospitalarios: lodos cloacales, otros (que deben especificarse)

La cantidad y composición de los desechos deben ser coherentes con los datos de la actividad utilizados para estimar las emisiones de CO₂ y CH₄.

Los factores de emisión por defecto se proporcionan en la Sección 5.4.3. Sin embargo, los compiladores del inventario deben tener en mente que los factores de emisión por defecto para las emisiones de N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos poseen un nivel relativamente elevado de incertidumbre. El uso de datos específicos del país es preferible si éstos cumplen con los criterios de garantía y control de calidad delineados en la Sección 5.8 y en el Capítulo 6, Garantía y control de la calidad y verificación, del Volumen 1. Si las emisiones de N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos constituyen una *categoría principal*, es una *buena práctica* emplear un nivel metodológico superior.

5.2.3.2 NIVEL 2

El Nivel 2 utiliza el mismo método que para el Nivel 1, pero se emplean los datos específicos del país para obtener los factores de emisión. Allí donde sea practicable, los factores de emisión de N₂O deben derivarse a partir de las mediciones de las emisiones. Cuando no se disponga de datos de mediciones, se pueden utilizar otros medios fiables para desarrollar los factores de emisión.

Los factores de emisión para el N₂O difieren según el tipo de instalación y el tipo de desechos. Los factores de emisión para las plantas con lechos fluidizados son más elevados que los de las plantas con grandes hornos. Los factores de emisión para los DSM suelen ser menores que para los lodos de aguas residuales. Los rangos de variación de los factores de emisión de N₂O reflejan las técnicas de reducción de emisiones, como la de la inyección de amoníaco o urea empleada en algunas tecnologías de reducción de los NO_x que pueden aumentar las emisiones de N₂O, la temperatura y el tiempo de residencia de los desechos en el incinerador.

El Nivel 2 es aplicable cuando se dispone de los factores de emisión específicos del país, pero no se dispone de información detallada, obtenida planta por planta o mejor diferenciada por prácticas de gestión.

5.2.3.3 NIVEL 3

Los métodos de Nivel 3 se basan en datos específicos de los sitios sobre las concentraciones del gas de combustión. La Ecuación 5.6 indica los factores pertinentes de influencia y permite estimar las emisiones de N₂O.

ECUACIÓN 5.6
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N₂O BASADA EN LOS FACTORES DE INFLUENCIA

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = \sum_i (IW_i \cdot EC_i \cdot FGV_i) \cdot 10^{-9}$$

Donde:

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

IW_i = cantidad de desechos de tipo *i* incinerados, Gg/año

EC_i = concentración de la emisión de N₂O en el gas de combustión proveniente de la incineración de desecho de tipo *i*, mg. de N₂O/m³

FGV_i = volumen del gas de combustión por cantidad de desecho de tipo *i* incinerado, m³/Mg.

10⁻⁹ = conversión en gigagramos

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

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

El Nivel 3 delinea el enfoque más detallado y exacto, para el cual se dispone de los datos obtenidos planta por planta o para varias prácticas de gestión. Requiere los datos sobre el volumen de gas de combustión y la concentración de las emisiones de N₂O en el gas de combustión. El monitoreo continuo de las emisiones es técnicamente factible, pero no necesariamente económico. Pueden efectuarse las mediciones periódicas con una frecuencia suficiente para dar cuenta de la variabilidad de la generación de N₂O (es decir, debida al contenido de nitrógeno en los desechos) y los diferentes tipos de condiciones de funcionamiento de los incineradores (p. ej., temperatura de combustión, con o sin cierre cotidiano).

5.3 ELECCIÓN DE LOS DATOS DE LA ACTIVIDAD

La orientación general para la recopilación de los datos de la actividad sobre el tratamiento y la eliminación de los desechos sólidos, así como de los valores por defecto para la generación, composición y prácticas de gestión de los desechos se brinda en el Capítulo 2, Datos de generación, composición y gestión de los desechos. Los datos de la actividad necesarios en el contexto de la incineración e incineración abierta de los desechos incluyen la cantidad de desechos incinerados o quemados por incineración abierta, las fracciones de desechos relacionadas (composición) y el contenido de materia seca.

Dado que el tipo de desechos que se queman y que las prácticas de gestión aplicadas son pertinentes para las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, la sección que trata de la selección de los datos de la actividad se ha delineado según los factores comunes relacionados con los datos de la actividad y no por separado para cada uno de los gases emitidos. Además, la composición de los desechos es particularmente pertinente para las emisiones de CO₂. Las emisiones de N₂O se determinan principalmente por tecnología, temperatura de combustión y composición de los desechos. El carácter completo de la combustión (temperatura, oxígeno, tiempo de residencia) posee una pertinencia especial para las emisiones de CH₄. El contenido de N y los datos de la actividad específicos de la tecnología están relacionados con los niveles superiores y es necesario que se establezcan los esquemas de recopilación de datos específicos de los países (sondeos en las plantas, proyectos de investigación, etc.). Si no se dispone de datos por práctica de gestión, la composición de los DSM generados en el país puede emplearse como información por defecto para los DSM incinerados o quemados por incineración abierta. Si se dispone de datos sobre la composición de los desechos incinerados o quemados por incineración abierta, se pueden obtener estimaciones más exactas de las emisiones (Nivel 2). Si se dispone de los datos pertinentes, es una *buena práctica* distinguir entre la composición de los desechos incinerados/quemados por incineración abierta y la composición de todos los desechos entregados al sistema de gestión de los desechos. Si un cierto tipo/material de desecho de los DSM (p. ej., desechos de papel) o de los desechos industriales se incinera por separado, los datos específicos del país relativos a las fracciones incineradas o quemadas al aire libre deben determinarse tomando esta situación en consideración.

Se debe prestar una atención particular a la representatividad de los datos específicos del país. Idealmente, los datos utilizados deben ser representativos de los desechos incinerados o quemados por incineración abierta. Si no se dispone de tales datos, los datos específicos del país, aún sin diferenciarlos por tipo de desechos o por tecnología de incineración, son más apropiados que los datos por defecto.

Los resultados de los muestreos, las mediciones y los estudios de clasificación de desechos aplicados a la recopilación de datos deben documentarse de manera transparente y deben aplicarse las prácticas de garantía y control de calidad delineadas en la Sección 5.8.

Es posible que en los países en desarrollo no se disponga de datos básicos sobre las cantidades de desechos ni sobre las prácticas de tratamiento. Es probable que en algunos países en desarrollo la incineración se practique sólo en pequeña escala. Por lo tanto, las emisiones provenientes de la incineración abierta de desechos deben considerarse en detalle (véase la Sección 5.3.2), mientras que las emisiones provenientes de la incineración deben cuantificarse también si se espera que sean pertinentes. Si se supone que las emisiones debidas a la incineración son insignificantes, el compilador del inventario debe explicar y documentar claramente las razones para una tal hipótesis.

5.3.1 Cantidad de desechos incinerados

La obtención de los datos sobre la cantidad de desechos incinerados es un requisito previo para preparar un inventario de emisiones para la incineración de desechos. Muchos países que practican la incineración deben disponer de datos específicos de las plantas sobre la cantidad de DSM y otros tipos de desechos incinerados. Los datos de la actividad para los desechos peligrosos y los hospitalarios pueden resultar difíciles de obtener pues los desechos incinerados en algunas de estas plantas (p. ej., los incineradores in situ en la industria química y farmacéutica) pueden no estar incluidos en las estadísticas sobre desechos. Para estos tipos de desecho, aún cuando no se disponga de datos específicos de las plantas, los datos globales para todos los desechos incinerados pueden estar disponibles a través de la administración de los desechos.

Cuando no se disponga de los datos específicos del país, pueden utilizarse los datos por defecto proporcionados en el Capítulo 2, Sección 2.2, sobre datos de generación y gestión de desechos (véanse particularmente los Cuadros 2.1, 2.3 y 2.4) y en el Anexo 2A.1: Datos de generación y gestión de desechos – promedios por país y por región, correspondientes a las respectivas regiones o países vecinos con similares condiciones. Es una *buena práctica* aplicar un sistema de fronteras categoriales precisas para distinguir las declaraciones de las emisiones en los sectores de la energía, de los desechos o de la industria. Por igual, la quema de residuos agrícolas debe declararse en el Sector AFOLU. Véase la Sección 5.8.2, Generación de informes y documentación.

5.3.2 Cantidad de desechos quemados por incineración abierta

La cantidad de desechos quemados por incineración abierta es el más importante de los datos de la actividad para estimar las emisiones provenientes de la incineración abierta de desechos. Es probable que en la mayoría de los países no se disponga de estadísticas al respecto. Si no se dispone de datos sobre las cantidades de desechos, se pueden utilizar métodos alternativos, como datos de sondeos periódicos, proyectos de investigación o dictámenes de expertos, para estimar la cantidad total de desechos quemados junto con las explicaciones apropiadas y la documentación. Se puede recurrir a la extrapolación y a la interpolación para obtener estimaciones para los años para los cuales no se dispone de datos. Los datos sobre población y económicos pueden emplearse como factores impulsores.

La Ecuación 5.7, a continuación, puede utilizarse para estimar la cantidad total de DSM que se queman por incineración abierta:

ECUACIÓN 5.7
CANTIDAD TOTAL DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES QUEMADOS POR INCINERACIÓN ABIERTA

$$DSM_B = P \cdot P_{frac} \cdot DSM_P \cdot B_{frac} \cdot 365 \cdot 10^{-6}$$

Donde:

- DSM_B = cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta, Gg/año
- P = población (cápita)
- P_{frac} = fracción de la población que quema desechos, (fracción)
- DSM_P = generación de desechos per cápita, kg. de desechos/cápita/día
- B_{frac} = fracción de la cantidad de desechos que se quema respecto de la cantidad total de desechos tratados, (fracción)

- 365 = cantidad de días en el año
 10^{-6} = factor de conversión de kilogramos en gigagramos

Fracción de la población que quema desechos (P_{frac})

La incineración abierta incluye la quema regular y la quema esporádica. La quema regular significa que es la única práctica utilizada para destruir los desechos. La quema esporádica significa que esta práctica se utiliza además de otras y, por lo tanto, la incineración abierta no es la única práctica utilizada para destruir desechos. Por ejemplo, si los desechos no son recolectados o se queman por otras razones, como evitar costos.

Para los países que poseen sistemas de recolección de desechos en buen estado de funcionamiento, es una *buena práctica* investigar si algún carbono fósil se somete a incineración abierta. En un país desarrollado se puede suponer que P_{frac} corresponda a la población rural, como estimación aproximada. En una región donde la población urbana sobrepase el 80 por ciento de la población total, se puede suponer que no ocurre ninguna quema de desechos por incineración abierta.

En un país en desarrollo, sobre todo en las áreas urbanas, P_{frac} puede estimarse aproximadamente como la suma de la población cuyos desechos no son recolectados por estructuras de recolección, más la población cuyos desechos se recolectan y eliminan en vertederos abiertos y que luego se queman. En general, es preferible aplicar datos específicos del país y de la región sobre prácticas de manejo de desechos y sobre las corrientes de desechos.

Fracción de la cantidad de desechos quemados por incineración abierta (B_{frac})

B_{frac} significa la fracción de los desechos para los cuales el contenido de carbono se convierte en CO_2 y otros gases. Cuando se quema la totalidad de los desechos, se puede considerar que B_{frac} es igual a 1 (luego se aplica un factor de oxidación relacionado con la eficiencia de combustión, para estimar las emisiones mediante las Ecuaciones 5.1 o 5.2). Sin embargo, en algunos casos, sobre todo cuando una cantidad sustancial de desechos se quema en los vertederos abiertos, una parte relativamente grande de los desechos queda sin quemar (en los vertederos abiertos, suele quemarse la fracción no compactada). En este caso, B_{frac} debe estimarse recurriendo a los datos disponibles obtenidos por sondeos, investigaciones o dictamen de expertos para aplicarlos en la Ecuación 5.7 (aquí también se aplica luego un factor de oxidación para estimar las emisiones con las Ecuaciones 5.1 o 5.2)

Cuando se practica la incineración abierta, se alienta a los países a impulsar sondeos destinados a estimar P_{frac} y B_{frac} y luego DSM_B , mediante la Ecuación 5.7.

En el Recuadro 5.1 se brinda un ejemplo de estimación de DSM_B .

RECUADRO 5.1
EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DSM_B

En un país con una población de P habitantes, 15 por ciento de la población quema desechos en el patio trasero (en barriles o en el suelo) y 20 por ciento envía los desechos a vertederos abiertos donde son quemados. De aquí, $P_{frac} = 35$ por ciento. El 65 por ciento restante se elimina a través de otro sistema de tratamiento de los desechos. El cálculo para el ejemplo es el siguiente:

$DSM_P = 0.57$ kg. de desechos/cápita/día

$B_{frac} = 0,6$ (valor por defecto sugerido para la quema en vertederos abiertos, sobre la base de dictamen de expertos, considerando el hecho de que se sugiere 0,4 como valor por defecto para el MCF de los SEDS no gestionados poco profundos).

Para $P = 1\,500\,000$ habitantes, la cantidad total de desechos quemados por incineración abierta es:

$DSM_B = 65,54$ Gg/año

En muchos países existen estadísticas nacionales sobre población y generación de desechos *per cápita* que pueden utilizarse. Los datos sobre población, generación de desechos *per cápita* y composición de los desechos utilizados deben ser coherentes con los que se declaran bajo las categorías de Tratamiento y eliminación de desechos sólidos y tratamiento biológico de los desechos sólidos. Los datos sobre la población suelen obtenerse a través de las estadísticas nacionales; las bases de datos internacionales como las de las Naciones Unidas proporcionan también estadísticas internacionales de población (UN, 2002) y pueden utilizarse cuando las estadísticas nacionales no estén disponibles (véase la Sección 3.2.2). La cantidad de desechos fósiles líquidos que se queman pueden serlo tanto por incineración como por incineración abierta (véase la Sección 5.2.1.4). La cantidad no necesita ser diferenciada por tipo de práctica de gestión, pues la metodología por defecto es aplicable a ambas prácticas (véase también el Capítulo 2).

5.3.3 Contenido de materia seca

Es necesario hacer una importante distinción entre el peso en seco y el peso húmedo de los desechos, pues el contenido de agua en los desechos puede ser sustancial. Por lo tanto, el contenido de materia seca de los desechos o la fracción de desechos es un parámetro importante que hay que determinar.

Si los factores de emisión relacionados se refieren al peso en seco, el peso de los desechos incinerados debe convertirse desde peso húmedo a peso en seco. El contenido de materia seca de los desechos puede variar en un rango que va desde menos del 50 por ciento en los países con más altos porcentajes de desechos de alimentos, hasta un 60 por ciento en los países con fracciones más altas de desechos basados en papel y carbono fósil. Los procedimientos detallados para determinar el contenido de materia seca se están desarrollando en el documento PrEN (2001).

El Cuadro 2.4 de la Sección 2.3, proporciona datos por defecto sobre el contenido de materia seca para diferentes tipos/materiales de desecho que pueden utilizarse para estimar el contenido de materia seca en los DSM. Esto puede hacerse utilizando la Ecuación 5.8.

ECUACIÓN 5.8
CONTENIDO DE MATERIA SECA EN LOS DSM

$$dm = \sum_i (WF_i \cdot dm_i)$$

Donde:

dm = contenido total de materia seca en los DSM

WF_i = fracción del componente *i* en los DSM

dm_i = contenido de materia seca en el componente *i*

Es importante señalar que la Ecuación 5.8 es parte de la Ecuación 5.2.

5.4 ELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

En el contexto de la incineración e incineración abierta de desechos, los factores de emisión relacionan las cantidades de gases de efecto invernadero emitidas con el peso de los desechos incinerados o quemados por incineración abierta. En el caso del CO₂, esto se aplica a los datos sobre las fracciones de carbono y carbono fósil contenidas en los desechos. Para el CH₄ y el N₂O, depende principalmente de las prácticas de tratamiento y de la tecnología de combustión. En las secciones siguientes se brinda orientación para escoger los factores de emisión para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos.

5.4.1 Factores de emisión de CO₂

En general es más práctico estimar las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos mediante cálculos basados en el contenido de carbono de los desechos, en vez de medir la concentración de CO₂.

En el Cuadro 5.2 se proporcionan valores por defecto para los parámetros relacionados con los factores de emisión. Cada uno de estos factores se analiza en detalle en las secciones siguientes³.

³ Los parámetros contenido de carbono total, en porcentaje de peso en seco, y fracción de carbono fósil, en porcentaje de carbono total, pueden combinarse en el parámetro: contenido de carbono fósil, en porcentaje de peso en seco.

CUADRO 5.2						
DATOS POR DEFECTO PARA LOS FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ PARA LA INCINERACIÓN E INCINERACIÓN ABIERTA DE DESECHOS						
Parámetros	Práctica de gestión	DSM	Desechos industriales (%)	Desechos hospitalarios (%)	Lodos de aguas residuales (%)^{Nota 4}	Desechos fósiles líquidos (%)^{Nota 5}
Contenido de materia seca en % del peso húmedo		véase Nota 1	ND	ND	ND	ND
Contenido de carbono total en % del peso en seco		véase Nota 1	50	60	40 – 50	80
Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total		véase Nota 2	90	40	0	100
Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	incineración	100	100	100	100	100
	incineración abierta véase Nota 3	58	NO	NO	NO	NO

ND No disponible, NO: No ocurre

Nota 1: Usar datos por defecto del Cuadro 2.4 de la Sección 2.3, Composición de los desechos, y Ecuación 5.8 (para materia seca), Ecuación 5.9 (Para contenido de carbono) y Ecuación 5.10 (para fracción de carbono fósil)

Nota 2: Los datos por defecto por tipo de industria se proporcionan en el Cuadro 2.5 de la Sección 2.3, Composición de los desechos. Para estimar las emisiones, utilizar las ecuaciones mencionadas en la Nota 1.

Nota 3: Cuando los desechos se someten a la incineración abierta, el peso de la basura se reduce aproximadamente en un 49 a un 67 por ciento (US-EPA, 1997, p.79). Se sugiere un valor por defecto de 58 por ciento.

Nota 4: Véase la Sección 2.3.2 Lodos de aguas residuales, del Capítulo 2.

Nota 5: El contenido de carbono total de los desechos fósiles líquidos se proporciona en porcentaje de peso húmedo y no en porcentaje de peso en seco (GIO, 2005).

Referencias: *GPG2000* (IPCC, 2000), autores principales de las *Directrices de 2006*, dictamen de expertos.

5.4.1.1 CONTENIDO DE CARBONO TOTAL

Mientras que una fracción del carbono de los desechos incinerados o quemados por incineración abierta proviene de materias primas de biomasa (p. ej., papel y desechos de alimentos), una parte de carbono total son los plásticos u otros productos hechos a partir de combustibles fósiles. En el Cuadro 5.2 de esta sección y en la Sección 2.3 del Capítulo 2 se proporcionan las fracciones de carbono por defecto para los tipos de desechos y las fracciones de desechos de los DSM, respectivamente. Más abajo se proporcionan más detalles acerca de la fracción de carbono fósil.

Los compiladores del inventario pueden emplear los datos sobre la composición de los DSM y los datos por defecto sobre el contenido de carbono total para los diferentes tipos/materiales de DSM proporcionados en la Sección 2.3, Capítulo 2, para estimar el contenido de carbono total de los DSM (véase la Ecuación 5.9).

ECUACIÓN 5.9 CONTENIDO DE CARBONO TOTAL EN LOS DSM

$$CF = \sum_i (WF_i \cdot CF_i)$$

Donde:

CF = contenido de carbono total de los DSM

WF_i = fracción del componente *i* en los DSM

CF_i = Contenido de carbono de los desechos de tipo/material *i* en los DSM

Esto se refleja también en la Ecuación 5.2.

5.4.1.2 FRACCIÓN DE CARBONO FÓSIL

Al estimar las emisiones provenientes de la incineración e incineración abierta de los desechos, el enfoque deseado es separar el carbono de los desechos en fracciones basadas en la biomasa y en los combustibles fósiles. Para los efectos de calcular las emisiones de CO₂ antropogénico proveniente de la incineración e incineración abierta de desechos, debe determinarse la cantidad de carbono fósil contenida en los desechos. La fracción de carbono fósil varía según las diferentes categorías y tipos de desechos. El carbono en los DSM y en los desechos hospitalarios es, a la vez, de origen biogénico y fósil. En los lodos de aguas residuales, el carbono fósil puede omitirse mientras que el carbono de los desechos peligrosos suele ser de origen fósil. Los datos por defecto para estas categorías y diferentes tipos/materiales de desechos incluidos en los DSM se proporcionan en el Cuadro 5.2 y en el Capítulo 2, Sección 2.3.

Cuando se disponga de datos específicos de la planta, para los cálculos de las emisiones de CO₂ debe recopilarse y utilizarse la composición exacta de los desechos que se incineran. Si tales datos no están fácilmente disponibles, se pueden usar los datos específicos del país. Los tipos de datos se presentarán probablemente bajo la forma de sondeos generales sobre las corrientes de desecho específicas del país. El sondeo debe contener no sólo la composición sino también el destino de las corrientes de desechos (vale decir, el porcentaje de un determinado tipo de desecho que se incinera/quema por incineración abierta).

Los diferentes productos de desecho basados en combustibles fósiles contienen diferentes porcentajes de carbono fósil. Para cada corriente de desechos debe efectuarse un análisis por tipo de desecho. En general, los plásticos representan el tipo de desecho que se incinera y que contiene la fracción más elevada de carbono fósil. Además, el contenido de carbono fósil de los productos tóxicos, fibras sintéticas y cauchos sintéticos es de particular relevancia. Una cierta cantidad de desechos de neumáticos se considera también fuente de carbono fósil, pues los neumáticos pueden estar compuestos por cauchos sintéticos o negro de humo.

Si no se dispone de información sobre las corrientes de desechos específica de la planta ni específica del país, en la Sección 2.3 del Capítulo 2 se proporcionan las fracciones de carbono fósil por defecto para las fracciones de desechos más pertinentes de los DSM, así como para tipos específicos de desechos industriales y otros desechos (incluidos los desechos peligrosos y los hospitalarios).

Es probable que las fracciones de carbono fósil y biogénico cambien considerablemente en el futuro debido a la legislación reciente sobre desechos aprobada en algunos países. Tales programas influyen sobre el flujo total de desechos incinerados, así como sobre el contenido de carbono fósil de los desechos incinerados/quemados por incineración abierta.

Bajo el Nivel 2a, es una *buena práctica* que los compiladores del inventario utilicen los datos específicos del país sobre la composición de los DSM y los valores por defecto proporcionados en el Capítulo 2, Sección 2.3, para estimar la fracción de carbono fósil (FCF) de los DSM mediante la Ecuación 5.10.

ECUACIÓN 5.10
FRACCIÓN DE CARBONO FÓSIL (FCF) EN LOS DSM

$$FCF = \sum_i (WF_i \cdot FCF_i)$$

Donde:

- FCF = carbono fósil total en los DSM
 WF_i = fracción del tipo de desecho *i* en los DSM
 FCF_i = fracción carbono fósil en el tipo de desecho *i* de los DSM

5.4.1.3 FACTOR DE OXIDACIÓN

Cuando las corrientes de desecho se incineran o queman por incineración abierta, la mayor parte del carbono contenido en el producto combustible se oxida y produce CO₂. Una fracción menor puede oxidarse de manera incompleta debido a las ineficiencias del proceso de combustión, lo cual deja una parte del carbono sin quemar u oxidado parcialmente en forma de hollín o de ceniza. Para los incineradores, se supone que las eficiencias de combustión son cercanas al 100 por ciento, mientras que la eficiencia de combustión de la quema abierta es sustancialmente inferior. Si se aplican factores de oxidación de la incineración de desechos inferiores al 100 por ciento, deben documentarse en detalle y proporcionarse las fuentes de los datos. El Cuadro 5.2 presenta los factores de oxidación por práctica de gestión y tipos de desecho.

Si las emisiones de CO₂ se determinan sobre una base específica de la tecnología o específica de la planta para el país, es una *buena práctica* utilizar las cantidades de ceniza (tanto las cenizas pesadas como las cenizas volantes), así como el contenido de carbono de la ceniza, como base para determinar el factor de oxidación.

5.4.2 Factores de emisión de CH₄

Las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración de desechos dependen mucho de la continuidad del proceso de incineración, de la tecnología de incineración y de las prácticas de gestión. Las observaciones más detalladas se han realizado en el Japón (GIO, 2004), donde se obtuvieron los siguientes factores de emisión de CH₄, basados en la tecnología y en el modo operatorio.

La incineración continuada incluye los incineradores sin arranques ni cierres cotidianos. La incineración por lotes y la incineración semi-continua implican que el incinerador se enciende y se apaga por lo menos una vez por día. Estas diferencias de funcionamiento son el origen de las diferencias en los factores de emisión. Se ha observado a veces que las concentraciones de CH₄ en los gases de escape del horno son inferiores a las concentraciones de CH₄ en el gas de entrada del incinerador (GIO, 2005). Debido a las bajas concentraciones y a las altas incertidumbres, en este caso, la *buena práctica* es aplicar un factor de emisión nulo (véase la Sección 0).

Para la incineración continuada de los DSM y los desechos industriales, es una *buena práctica* aplicar los factores de emisión del CH₄ proporcionados en el Capítulo 2, Combustión estacionaria, del Volumen 2. Para otros incineradores (semi-continuos y por lotes de DSM), en el Cuadro 5.3 se muestran los factores de emisión de CH₄ declarados por el GIO, Japón. Los factores de emisión de CH₄ para otros incineradores de desechos industriales se diferencian por tipo de desecho, en vez de por tecnología (GIO, 2005). En el Japón, los factores de emisión de CH₄ para los aceites de desecho y los lodos son de 0,56 g de CH₄/tonelada de peso húmedo y de 9,7 g de CH₄/tonelada de peso húmedo respectivamente.

Tipo de incineración y/o tecnología:		Factores de emisión de CH₄ (kg./Gg de desechos incinerados sobre una base de peso húmedo)
Incineración continuada	cargador mecánico	0,2
	lecho fluidizado ^{Nota 1}	~0
Incineración semi-continua	cargador mecánico	6
	lecho fluidizado	188
Incineración por lotes	cargador mecánico	60
	lecho fluidizado	237
Nota 1: En el estudio citado para este factor de emisión, la concentración de CH ₄ medida en el aire de escape resultó inferior a la concentración en el aire ambiental. Fuente: <i>Greenhouse Gas Inventory Office of Japan</i> (Oficina del inventario de gases de efecto invernadero del Japón), GIO 2004.		

Para la incineración abierta de desechos se ha declarado un factor de emisión de CH₄ de 6500 g/tonelada de peso húmedo de DSM (EIIP, 2001). Este factor debe aplicarse como valor por defecto, a menos que otro factor de emisión de CH₄ parezca más apropiado.

En cambio, si se dispone de datos específicos del país, éstos deben aplicarse y deben documentarse en detalle el método utilizado para derivarlos, así como las fuentes de los datos.

5.4.3 Factores de emisión de N₂O

Las emisiones de óxido nitroso provenientes de la incineración de desechos se determinan en función del tipo de tecnología y de las condiciones de combustión, de la tecnología aplicada para la reducción de los NO_x, así como del contenido de la corriente de desechos. Como consecuencia, los factores de emisión pueden variar de un sitio a otro.

Muchos países han declarado emisiones de N₂O provenientes de la incineración de desechos en sus informes de inventario nacionales. El Cuadro 5.4 muestra ejemplos de factores de emisión utilizados para la incineración de los DSM.

Las diferencias entre los factores de emisión se deben principalmente a las diversas tecnologías que existen en el contexto de la absorción de los NO_x.

CUADRO 5.4 FACTORES DE EMISIÓN DE N ₂ O PARA LA INCINERACIÓN DE LOS DSM				
País	Tipo de incineración y/o tecnología		Factor de emisión para DSM (g de N ₂ O/tonelada de DSM incinerados)	Base del peso
Japón ¹	Incineración continuada	cargador mecánico	47	peso húmedo
		lecho fluidizado	67	peso húmedo
	Incineración semi-continua	cargador mecánico	41	peso húmedo
		lecho fluidizado	68	peso húmedo
	Incineración por lotes	cargador mecánico	56	peso húmedo
		lecho fluidizado	221	peso húmedo
Alemania ²			8	peso húmedo
Países Bajos ³			20	peso húmedo
Austria ⁴			12	peso húmedo

¹ GIO, 2005.
² Johnke 2003.
³ Spakman 2003.
⁴ Anderl *et al.* 2004.

El Cuadro 5.5 muestra el ejemplo de los factores de emisión de N₂O utilizados para estimar las emisiones provenientes de la incineración de lodos y desechos industriales.

CUADRO 5.5 FACTORES DE EMISIÓN DE N ₂ O DE LOS LODOS DE AGUAS RESIDUALES Y LOS DESECHOS INDUSTRIALES				
País	Tipo de desechos	Tipo de incineración y/o tecnología	Factor de emisión para DSM (g de N ₂ O/tonelada de desechos)	Base del peso
Japón ¹	Desechos de papel, desechos de madera		10	peso húmedo
	Óleos o aceites de desecho		9,8	peso húmedo
	Desechos plásticos		170	peso húmedo
	Lodos (excepto lodos cloacales)		450	peso húmedo
	Lodos cloacales deshidratados		900	peso húmedo
	Floculento de alto peso molecular	Incinerador de lecho fluidizado a temperatura normal	1 508	peso húmedo
Floculento de alto peso molecular	Incinerador de lecho fluidizado a alta temperatura	645	peso húmedo	
Floculento de alto peso molecular	Horno de corazón múltiple	882	peso húmedo	
	Otros lodos floculentos		882	peso húmedo
	Lodo de cal		294	peso húmedo
Alemania ²	Lodos cloacales		990	peso en seco
	Desechos industriales		420	peso húmedo

¹ GIO 2005.
² Johnke 2003.

Es una *buena práctica* aplicar estos valores si no se dispone de información específica del país.

Para la incineración abierta de desechos sólo se dispone de información sobre las emisiones procedentes de la quema de residuos agrícolas. El enfoque para los residuos agrícolas se ha delineado en el Volumen 4, Sección 2.4 del Capítulo 2, Emisiones de no CO₂, y en la Sección 11.2 (Emisiones de N₂O de los suelos gestionados) del Capítulo 11. Si se supone un cociente N/C de 0,01 (Crutzen y Andrea, 1990), como factor de emisión de N₂O para los residuos agrícolas, se obtiene un factor de emisión de hasta 0,15 g de N₂O / kg. de materia seca. Dado que se espera que el contenido de nitrógeno de los desechos domésticos corresponda a los valores altos del contenido de nitrógeno de los desechos agrícolas, aquí se sugiere que se use este factor de emisión para los desechos agrícolas como valor por defecto para las emisiones de N₂O provenientes de la quema abierta de desechos.

Sobre la base de la información disponible actualmente y de los factores de emisión proporcionados en los Cuadros 5.4 y 5.5, el Cuadro 5.6 proporciona factores de emisión de N₂O por defecto para los diferentes tipos y prácticas de gestión de los desechos.

CUADRO 5.6 FACTORES DE EMISIÓN DE N ₂ O POR DEFECTO PARA LOS DIFERENTES TIPOS Y PRÁCTICAS DE GESTIÓN DE LOS DESECHOS			
Tipo de desechos	Tecnología / Práctica de gestión	Factor de emisión (g de N ₂ O/ tonelada de desechos)	Base del peso
DSM	incineradores continuos y semi-continuos	50	peso húmedo
DSM	incineradores por lotes	60	peso húmedo
DSM	incineración abierta	150	peso en seco
Desechos industriales	todo tipo de incineración	100	peso húmedo
lodos (excepto lodos cloacales)	todo tipo de incineración	450	peso húmedo
lodos cloacales	incineración	990	peso en seco
		900	peso húmedo

Fuente: Dictamen de expertos por los autores principales de este capítulo de las *Directrices de 2006*

Es una *buena práctica* aplicar estos valores si no se dispone de información específica del país.

Los NO_x pueden transformarse en N₂O en la atmósfera. Por lo tanto, las emisiones de NO_x provenientes de la incineración e incineración abierta de desechos pueden ser fuentes pertinentes de emisiones de N₂O indirecto. Cuando un país dispone de información sobre las emisiones de NO_x, es una *buena práctica* estimar las emisiones indirectas de N₂O utilizando la orientación brindada en el Capítulo 7, Precursores de ozono, SO₂ y emisiones indirectas, del Volumen 1.

5.5 EXHAUSTIVIDAD

La exhaustividad depende de las declaraciones de los tipos y las cantidades de desechos incinerados o quemados por incineración abierta. Si el método se implementa al nivel de las instalaciones y luego los resultados se suman para todas las instalaciones, es una *buena práctica* garantizar que todas las plantas de incineración estén cubiertas.

Los compiladores del inventario deben esforzarse por declarar todos los tipos de desechos que se generan en sus países, así como las prácticas de gestión asociadas. Cuando los diferentes tipos de desechos se incineran juntos, es una *buena práctica* estimar por separado las emisiones provenientes de cada tipo de desecho y declararlas según la orientación brindada en este capítulo.

Hay que señalar que existe la posibilidad de efectuar el cómputo doble de las emisiones de CO₂, pues los desechos suelen incinerarse en instalaciones con capacidades de recuperación de energía. También, los desechos pueden utilizarse como combustibles sustitutos en las plantas industriales diferentes de las plantas de incineración (p. ej., en los hornos de altas temperaturas para fabricar cemento y ladrillos y los altos hornos). Para evitar el cómputo doble o las atribuciones equivocadas, debe seguirse la orientación brindada en este capítulo para estimar y declarar las emisiones provenientes de la incineración entre el Sector Desechos y el Sector Energía.

Para la incineración abierta de desechos, puede ser difícil determinar la cantidad total de desechos quemados, pues a menudo no se dispone de las estadísticas fiables. Los compiladores del inventario deben considerar los datos que caen

fuera de las estadísticas oficiales para evitar hacer estimaciones insuficientes de las emisiones. Esto debe considerarse si en las áreas rurales (pueblos y aldeas, etc.) los desechos domésticos se queman por incineración abierta.

La incineración abierta de los desechos sólidos en los sitios de eliminación influye en la reducción del carbono orgánico degradable (DOC). La reducción del DOC disponible para la descomposición y, por lo tanto, para la reducción de las emisiones futuras de CH₄, puede estimarse aproximadamente, en el Nivel 1, como el producto de la cantidad de desechos quemados en los vertederos por el DOC promedio correspondiente. Al aplicar los niveles superiores (p. ej., el Nivel 2) los países deben esforzarse para mejorar las estimaciones de las emisiones que provienen de esta práctica, así como sus efectos sobre el DOC.

Para verificar si se ha logrado la exhaustividad, se puede confeccionar un diagrama que muestre las corrientes de desechos y graficar en él la distribución de las prácticas de gestión. Esto puede facilitar también el proceso de GC/CC.

5.6 DESARROLLO DE UNA SERIE TEMPORAL COHERENTE

Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la incineración e incineración abierta de los desechos puede calcularse utilizando el mismo método y conjuntos de datos para cada año de la serie temporal, al mismo nivel de desagregación. Allí donde se utilicen datos específicos del país, es una *buena práctica* emplear los mismos coeficientes y métodos para cálculos equivalentes en todos los puntos de la serie temporal. Allí donde no se disponga de datos coherentes para el mismo método de todos los años de la serie temporal, estos vacíos deben completarse según la orientación brindada en el Volumen 1, Capítulo 5, Coherencia de la serie temporal, Sección 5.3, Resolución de vacíos de datos.

Los datos de la actividad pueden estar disponibles sólo cada cierto número de años. Para lograr la coherencia de la serie temporal, deben usarse varios métodos como la interpolación, la extrapolación a partir de series temporales más largas o apoyándose en las tendencias. (Véase el Capítulo 5 del Volumen 1.)

5.7 EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

En la Sección 2.3 del Capítulo 2, Cuadro 2.4 se proporcionan los rangos típicos así como los valores únicos para los parámetros pertinentes del cálculo de las emisiones de CO₂ procedentes de la incineración e incineración abierta de desechos. En la Sección 5.4.2 y la Sección 5.4.3 se presentan ejemplos de factores de emisión de CH₄ y N₂O, respectivamente, para algunos países. Es una *buena práctica* que los compiladores del inventario calculen la incertidumbre como un intervalo de confianza del 95 por ciento para los parámetros definidos por el país. Por igual, se pueden utilizar las estimaciones de incertidumbre basadas en el dictamen de expertos o en estimaciones de la incertidumbre por defecto. Las informaciones más recientes pueden tener una incertidumbre inferior pues reflejan los cambios en las prácticas, los desarrollos técnicos o los cambios en las fracciones (biogénicas y fósiles) de los desechos incinerados. Esto debe constituir la base de la evaluación de incertidumbre del inventario.

En el Volumen 1, Capítulo 3, Incertidumbres, se proporcionan consejos relativos a la cuantificación de las incertidumbres en la práctica. Allí se incluye solicitar y utilizar el dictamen de expertos, lo cual, combinado con los datos empíricos, puede proporcionar estimaciones generales para la incertidumbre. Las estimaciones de las emisiones provenientes de la incineración abierta de desechos pueden ser altamente inciertas debido a la carencia de información, principalmente en los países en desarrollo.

El uso de datos específicos del país puede introducir más incertidumbre en las áreas siguientes:

- Si se usan sondeos sobre la composición de los desechos, la interpretación de las definiciones de desechos sólidos y los sondeos puede diferir, lo cual se debe a la diversidad de fuentes con fiabilidad y exactitud variables.
- Los factores de emisión para el N₂O y el CH₄ de las instalaciones de combustión de desechos sólidos pueden extenderse sobre un orden de magnitud, lo que refleja una considerable variabilidad en los procesos entre un sitio y otro. La eficiencia del control/absorción puede ser también incierta, p. ej., debido a la instalación de controles para reducir los NO_x.

5.7.1 Incertidumbres del factor de emisión

Hay un alto grado de incertidumbre relacionado con la separación de las fracciones de carbono biogénico y fósil de los desechos. Esta incertidumbre está relacionada principalmente con las incertidumbres en la composición de los desechos. La mayor incertidumbre asociada con la estimación de las emisiones de CO₂ está relacionada con la

estimación de la fracción de carbono fósil (véase la Sección 3.7 sobre la evaluación de la incertidumbre, en el Capítulo 3 de este Volumen).

Las incertidumbres asociadas con los factores de emisión de CO₂ para la incineración abierta dependen de las incertidumbres relacionadas con la fracción de materia seca en los desechos quemados, la fracción de carbono en la materia seca, la fracción de carbono fósil en el carbono total, la eficiencia de combustión y la fracción de carbono oxidado y emitido como CO₂. Se propone un valor por defecto de ± 40 por ciento para los países que, en sus cálculos, se apoyan en datos por defecto sobre la composición.

La medición directa y el monitoreo de las emisiones de N₂O y CH₄ tiene menos incertidumbre. Para el monitoreo continuo y periódico de las emisiones, la incertidumbre depende de la exactitud de los instrumentos de medición y de los métodos utilizados. Es probable que ésta se sitúe en el orden de un ± 10 por ciento. Para las mediciones periódicas, la incertidumbre depende también de la estrategia y de la frecuencia de muestreo y las incertidumbres son mucho más elevadas. Si se emplean valores por defecto para los factores de emisión de N₂O y CH₄, se estima que los rangos de incertidumbre son del orden ± 100 por ciento o más.

5.7.2 Incertidumbres en los datos de la actividad

En muchos países desarrollados, donde la cantidad de desechos incinerados se basa en las estadísticas de desechos o en datos específicos de las plantas, las incertidumbres asociadas con la cantidad de desechos incinerados se estiman alrededor del ± 5 por ciento, sobre la base del peso húmedo. La incertidumbre puede ser mayor para algunos tipos de desechos, como los hospitalarios.

La conversión de las cantidades de desechos de peso húmedo en peso en seco añade más incertidumbre. Esta incertidumbre varía de manera sustancial según la frecuencia y la exactitud de la determinación del peso en seco. Por lo tanto, la incertidumbre para el contenido de la materia seca puede oscilar entre un ± 10 y un ± 50 por ciento e incluso más.

Cuando las estadísticas sobre desechos son insuficientes, para estimar la cantidad de desechos quemados por incineración abierta, los parámetros a considerar son la población, la generación de desechos per cápita y la fracción de desechos que se incineran. Las incertidumbres pueden ser considerablemente altas para la cantidad de desechos generados per cápita y para la fracción de los desechos que se queman. Para los países que utilizan los valores por defecto para los datos sobre generación y gestión de desechos proporcionados en la Sección 2.2 del Capítulo 2, los valores de las incertidumbres asociadas a los datos de la actividad presentados en el Cuadro 3.5 del Capítulo 3 pueden utilizarse también para la incineración. Las estimaciones del contenido de carbono total y de la fracción de carbono fósil pueden calcularse usando los rangos del Cuadro 2.4 del Capítulo 2, Sección 2.3.

5.8 GC/CC, GENERACIÓN DE INFORMES Y DOCUMENTACIÓN

5.8.1 Garantía de calidad / Control de calidad (GC/CC) del inventario

Al estimar las emisiones procedentes de la incineración y la incineración abierta de desechos, deben efectuarse las verificaciones de garantía de calidad y de control de calidad que se delinearán en el Capítulo 6 del Volumen 1. Más aún, la transparencia puede mejorarse con el aporte de una documentación clara y de explicaciones sobre el trabajo abordado en las áreas siguientes.

Revisión de los datos de la actividad

- Los compiladores del inventario deben revisar los métodos de recopilación de datos, verificar los datos y compararlos con datos de otras fuentes. Los datos deben verificarse también con los del año anterior para garantizar la coherencia en el tiempo. Esto incluye principalmente la cantidad de desechos incinerados/quemados por incineración abierta y el contenido de materia seca.
- Se debe desarrollar un diagrama de distribución de los desechos según las prácticas de gestión para garantizar que la cantidad total de desechos generados sea la misma que la suma de los desechos reciclados y tratados bajo diferentes prácticas de gestión.

Revisión de los factores de emisión

- Los compiladores del inventario deben comparar los valores específicos del país o de la planta para el contenido de carbono de los desechos, el carbono fósil como fracción del carbono total y la eficiencia de la combustión para el incinerador, con los valores por defecto proporcionados. Cuando haya una diferencia, deben verificar que se provea una explicación razonable.

Revisión de las mediciones directas de las emisiones

- Donde se disponga de datos de mediciones directas, los compiladores del inventario deben confirmar que para las mediciones se han utilizado métodos estándar reconocidos internacionalmente. Si las prácticas de medición no cumplen con este criterio, entonces debe evaluarse cuidadosamente la utilización de estos datos.
- Allí donde las emisiones se miden directamente, los compiladores deben comparar los factores de nivel de planta, entre plantas y también con los valores por defecto del IPCC. Deben revisar toda diferencia significativa entre los factores. Esto es particularmente cierto para los desechos peligrosos y los hospitalarios, pues estos desechos a menudo no se cuantifican al nivel de las plantas y pueden variar significativamente de una planta a otra.

Coherencia de los datos de la actividad y de los factores de emisión.

- Es necesario vincular de una manera coherente los datos de la actividad, los factores de emisión y los factores relacionados con la cantidad de desechos, p. ej., peso húmedo o peso en seco. De lo contrario, es necesario aplicar factores de conversión (p. ej., contenido de materia seca).
- Los datos y factores aplicados deben referirse preferentemente a las mismas fronteras del sistema o a otras similares. Por ejemplo, si un componente de una ecuación está relacionado con los desechos rurales, otro con los desechos de las grandes ciudades, éstos deben utilizarse de manera coherente.

5.8.2 Generación de informes y documentación

Es una *buena práctica* documentar y archivar toda la información requerida para producir el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, como se plantea en la Sección 6.11, Capítulo 6 del Volumen 1. En los párrafos siguientes se delinean algunos ejemplos de documentación específica y de informes pertinentes para esta categoría.

Aunque la documentación es importante, no es práctico ni necesario incluir toda la documentación en un informe del inventario de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, el inventario debe incluir resúmenes de los métodos utilizados y referencias a las fuentes de datos, de modo que las estimaciones de las emisiones declaradas resulten transparentes y que las etapas utilizadas para calcularlas puedan seguirse y verificarse.

Algunos países emplean categorizaciones diferentes para los desechos, tanto a nivel local como a nivel regional. En tales casos, el compilador del inventario debe prestar una atención particular a la coherencia con la categorización del IPCC y explicar cómo se han manipulado los datos para adecuarlos a las categorías del IPCC.

Los compiladores deben incluir también la información sobre cómo se obtuvieron el contenido de materia seca, el contenido de carbono, la fracción de carbono fósil y los factores de emisión de N₂O y CH₄ o toda otra información pertinente.

En algunos países, las plantas de incineración se utilizan para producir, a la vez, calor y electricidad. En tales casos, las emisiones provenientes de la incineración de desechos con propósitos energéticos debe declararse bajo el Sector Energía (CO₂ fósil, N₂O y CH₄ procedentes de la combustión estacionaria y CO₂ biogénico en calidad de elemento informativo). Para evitar el cómputo doble, las emisiones resultantes no deben declararse en el Sector Desechos.

En los casos en los que se utilice gas, petróleo u otros combustibles como combustibles de respaldo para comenzar el proceso de incineración o para mantener la temperatura requerida, el consumo de este combustible no debe declararse bajo la incineración de desechos, sino bajo el Sector Energía (véase el Capítulo 2, Combustión estacionaria, del Volumen 2, Energía). Normalmente, estos combustibles dan cuenta de menos del 3 por ciento de la entrada calórica total en la incineración de DSM, pero puede ser más importante para la incineración de los desechos peligrosos.

Referencias

- Anderl, M., Halper, D., Kurzweil, A., Poupas, S., Wappel, D., Weiss, P. and Wieser M. (2004). Austria's National Inventory Report 2004: Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- BREF (2005). European IPPC Bureau. Reference Document on the Best Available Technology for Waste Incineration. Seville, July 2005.
- Chandler, A.J., Eghmy, T.T., Hartlén, J., Jhelmar, O., Kosson, D.S., Sawell, S.E., van der Sloot, H.A. and Vehlow J. (1997). Municipal Solid Waste Incinerator Residues. The International Ash Working Group, Studies in *Environmental Science* 67, Elsevier Amsterdam.
- Crutzen, P.J. and Andreae, M.O. (1990). 'Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles', *Science* 250: 1669-1678.
- EMEP. (2004). EMEP/CORINAIR Guidebook, Update September 2004. http://reports.eea.eu.int/EMEP_CORINAIR4/en/group_09.pdf
- GIO (2004). *National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN*. Ministry of the Environment/ Japan Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (GIO) / Center for Global Environmental Research (CGER) / National Institute for Environmental Studies (NIES). October 2004.
- GIO (2005). *National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN*. Ministry of the Environment/ Japan Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (GIO) / Center for Global Environmental Research (CGER) / National Institute for Environmental Studies (NIES).
- Guendehou, G.H.S. and Ahlonsou E.D. (2002). Contribution to non-CO₂ greenhouse gases inventory for Cotonou (Republic of Benin): waste sector, In: Proceedings of the Third International Symposium on Non-CO₂ Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control Options and Policy Aspects, Maastricht, The Netherlands, Jan 2002, pp. 79-81.
- Guendehou, G.H.S. (2004). Personal communication. Cotonou 2004.
- IPCC (1997a). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 3 Reference Manual*. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (1997b). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 Workbook*. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2000). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
- IPCC (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, land-Use Change and Forestry*, Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., and Wagner, F. (Eds), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.
- Johnke, B. (2003). Emissionsberichterstattung / Inventarerstellung für das Jahr 2002 [Emission reporting / preparation of the inventory for the year 2002]. Umweltbundesamt, Berlin 2003 [In German].
- Kilpinen, P. (2002). Formation and decomposition of nitrogen oxides. In: Raiko, R., Saastamoinen, J., Hupa, M. and Kurki-Suonio, I. 2002. Poltto ja palaminen. International Flame Research Foundation - Suomen kansallinen osasto. Gummerus Oy, Jyväskylä, Finland. [In Finnish].
- Korhonen, S., Fabritius, M. and Hoffren, H. (2001). Methane and nitrous oxide emissions in the Finnish energy production. Vantaa: Fortum Power and Heat Oy.36 p. (TECH-4615).
- Löffler, G., Vargadalem, V. and Winter, F. (2002). Catalytic effect of biomass ash on CO, CH₄ and HCN oxidation under fluidised bed combustor conditions. *Fuel* 81, 711-717.
- PrEN. (2001). Characterization of waste: Calculation of dry matter by determination of dry residue and water content. PrEN 14346.
- Spakman, J., van Loon, M.M.J., van der Auweraert, R.J.K., Gielen, D.J., Olivier, J.G.J. and Zonneveld, E.A. (2004). Method for calculating greenhouse gas emissions. Emission Registration Series/Environmental Monitor No. 37b, MinVROM. The Hague 2003.

- Tsupari, E., Monni, S., and Pipatti, R. (2005). Non-CO₂ greenhouse gas emissions from boilers and industrial processes - evaluation and update of emission factors for the Finnish National Greenhouse Gas Inventory. VTT Research Notes 2321. Espoo, Finland. 82 p. + app. 24 p.
- UN (2002). United Nations Population Division: World Population Prospects – The 2002 Revision Population Database. <http://esa.un.org/unpp/index.asp?panel=3>
- USEPA (1995). US EPA's Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, AP-42, Edition 5, United States Environmental Protection Agency (USEPA). <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>
- USEPA (1997). Control Technology Center. *Evaluation of Emissions from the Open Burning of Household Waste in Barrels*. Volume 1. Technical Report. United States Environmental Protection Agency (USEPA).
- USEPA (1998). Paul M. Lemieux. Evaluation of Emissions from the Open Burning of Household Waste in Barrels : Project Summary. United States Environmental Protection Agency (USEPA).
- USEPA (2001). US-EPA Emission Inventory Improvement Program. Volume III Chapter 16 Open Burning. United States Environmental Protection Agency (USEPA). http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/iii16_apr2001.pdf