MÓDULO 2
PROCESOS INDUSTRIALES

2. PROCESOS INDUSTRIALES

2.1 Introducción

Las emisiones de gases de efecto invernadero son resultado de gran número de actividades industriales que no están relacionadas con la energía. Las principales fuentes de emisiones son los procesos de producción industrial que transforman los materiales por medios físicos o químicos. Durante esos procesos, pueden ocurrir emisiones de diversos gases de efecto invernadero, incluidos CO_2, CH_4, N_2O, y PFC.

En algunos casos, las emisiones procedentes de los procesos industriales coinciden con emisiones procedentes de la quema de combustibles, pudiendo resultar difícil decidir si una emisión específica corresponde al sector de la energía o al de los procesos industriales. El criterio empleado para tomar esa decisión se analiza en la Sección 2.1 del Manual de Referencia.

CONTABILIZACIÓN DOBLE

En situaciones en que un país experimenta dificultades para distinguir si una emisión corresponde a energía o a procesos industriales, para evitar la contabilización doble de las emisiones, los encargados del inventario de emisiones deberán asegurar que no se incluyan los mismos datos en ambas categorías.

Todas las emisiones, incluidas las emisiones por evaporación, que ocurren en las actividades de transformación energética, se examinan en el capítulo correspondiente a Energía. Por otra parte, las emisiones procedentes de los procesos petroquímicos se examinan en el presente capítulo. Las emisiones de COVDM procedentes del uso de solventes se examinan en el capítulo correspondiente a "Utilización de solventes y otros productos", incluso si tienen su origen en un proceso industrial.

Las emisiones de CO_2 procedentes de la utilización del carbono biológico como materia prima y en los procesos de fermentación no deben ser notificadas en el capítulo correspondiente a los "Procesos industriales", ni en ningún otro sector de las Directrices del IPCC si tienen su origen en fuentes de carbono que forman parte de un ciclo cerrado.

Se reconoce generalmente que los procesos industriales no combustivos que dan por resultado emisiones de N_2O son importantes fuentes antropogénicas de emisiones de N_2O en todo el mundo. Se estima que esa categoría de fuente representa del 10% al 50% de las emisiones antropogénicas de N_2O y del 3% al 20% del total de emisiones de N_2O (IPCC, 1992).

Los procesos industriales como la producción de aluminio, magnesio y halocarburos (por ej. HCFC-22) dan lugar también a emisiones de HFC, PFC y SF_6. En algunos países, las emisiones de PFC procedentes de los procesos industriales podrían ser una importante fuente nacional de emisiones de gases de efecto invernadero debido a su mayor potencial de calentamiento atmosférico.

Las aplicaciones actuales y previstas de esos compuestos incluyen refrigeración y aire acondicionado, extintores, aerosoles, solventes y producción de espumas. Es de esperar que el consumo de HFC y, en cierto grado, de PFC y SF_6 aumente considerablemente en las próximas décadas debido a su importancia como substitutos de las sustancias que producen agotamiento de la capa de ozono.

Para una cabal comprensión de las metodologías presentadas en este libro de trabajo es esencial que los compiladores del inventario consulten las secciones afines del Capítulo 2 del Manual de Referencia.

2.2 Metodología general

La metodología general empleada para estimar las emisiones vinculadas con cada proceso industrial se basa en la multiplicación de los datos de la actividad (por ej., la cantidad de material producido o consumido) por el correspondiente factor de emisión por unidad de consumo/producción, de acuerdo con la fórmula:

$$TOTAL_{ij} = A_j \times FE_{ij}$$

en la que

$TOTAL_{ij}$ = la emisión de procesos (en toneladas) de gas *i* del sector industrial *j*

A_j = la cantidad de actividad o producción de material de procesos en el sector industrial *j* (toneladas/año)

FE_{ij} = el factor de emisión asociado con el gas *i* por unidad de actividad en el sector industrial *j* (tonelada/tonelada)

La reducción de fórmulas matemáticas más complejas a la forma simplificada de la ecuación presentada *supra* podría requerir varias operaciones matemáticas En los casos en que son necesarias transformaciones matemáticas, las justificaciones se presentan en el Manual de Referencia.

En el caso de ciertos procesos industriales, en esta publicación se presenta más de una metodología de cálculo. El método simplificado recibe el nombre de *Nivel 1*, y la metodología más detallada se denomina *Nivel 2.* Reconociendo que en muchos casos la disponibilidad de información es el factor principal en la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero, para ciertos procesos industriales se presentan varias opciones correspondientes al *Nivel 1*, por ej., *Nivel 1a*, *1b*, *1c*. Estas opciones se examinan más adelante en mayor detalle.

Fuentes de los datos

En muchos países las emisiones de los procesos industriales de ciertos sectores corresponden a emisiones de unas pocas fábricas para las cuales existen, o se pueden obtener, datos fruto de mediciones. En esos casos, los cálculos de las emisiones deberán basarse en esas cifras, en vez de recurrir a la metodología más generalizada. Incluso en el caso de que no se disponga de mediciones, es preferible basar los cálculos en las cifras para instalaciones específicas.

Muchos de los datos de producción necesarios para los métodos de cálculo de las emisiones presentados en este libro de trabajo se pueden obtener consultando las bases de datos de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). La información contenida en esas fuentes presenta un considerable grado de coincidencia, pero la segunda es más completa. En algunos casos se puede recurrir a las cifras nacionales recopiladas por los ministerios gubernamentales correspondientes. En Canadá, por ejemplo, Estadísticas Canadá mantiene una base nacional de datos. Fuentes similares

de estadísticas normalizadas de producción podrían estar disponibles en publicaciones nacionales de estadísticas.

2.3 Producción de cemento

Introducción

La producción de clinca, producto intermedio del que se obtiene el cemento, da origen a emisiones de dióxido de carbono. Las elevadas temperaturas en los hornos de cemento transforman químicamente las materias primas en clinca de cemento. En un proceso denominado *calcinación* o *calcinamiento*, el carbonato de calcio se calienta, obteniéndose cal y dióxido de carbono.

Las emisiones de SO_2 corresponden al azufre en el combustible y en la arcilla empleada como materia prima. Las emisiones procedentes del empleo de combustible se contabilizan como emisiones energéticas mientras que el SO_2 procedente de la arcilla debe ser contabilizado como emisiones no combustivas.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción internacional de cemento se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). La Asociación Europea del Cemento (CEMBUREAU), asociación mercantil, publica también información (véase CEMBUREAU, 1990, *World Cement Market in Figures and World Statistical Review*). En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) los números correspondientes al cemento son el 30311 y el 40612 (EMEP/CORINAIR,1996).

2.3.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Como las emisiones de CO_2 ocurren durante la producción de clinca (no la del cemento propiamente dicho), los cálculos de las emisiones deberán basarse en el contenido de cal y la producción de clinca. Sin embargo, en algunos países podría resultar difícil obtener estadísticas sobre la clinca. En esos casos pueden emplearse las estadísticas correspondientes a la producción de cemento.

Para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de clinca se aplica a la producción anual de clinca un factor de emisión en toneladas del CO_2 liberado por tonelada de clinca producida.

2.3.2 Metodología para estimar las emisiones de SO_2

Para estimar las emisiones de SO_2 procedentes de la producción de cemento se aplica a la producción anual de cemento un factor de emisión, en función del SO_2 liberado por tonelada de cemento producido. Se ha calculado un factor de emisión no combustivo de 0,3 kg SO_2/tonelada de cemento (la

fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

Cómo llenar la Hoja de trabajo

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

Use la HOJA DE TRABAJO 2-1 - PRODUCCIÓN DE CEMENTO para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Anotar en la columna A la Cantidad de Clinca Producida en toneladas. Si se desconoce, estimar la Cantidad de Cemento Producido.

2 En el caso de la producción de clinca, indicar en la columna B el Factor de Emisión de 0,5071 toneladas de CO_2 por tonelada de clinca producida. Si se sabe que la fracción (f) de cal en la clinca no es de 0,646, el factor de emisión puede convertirse de la manera siguiente:

Factor de Emisión (t CO_2/t clinca) = 0,5701 x (f) / 0,646

En cuanto a la producción de cemento, anotar en la columna B el Factor de Emisión de 0,4985 toneladas de CO_2 por tonelada de cemento producido. Si se sabe que la fracción (f) de cal en el cemento no corresponde a 0,635, el factor de emisión puede convertirse de la manera siguiente:

Factor de Emisión (t CO_2/t cemento)=0,4985 x (f) / 0,635

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CO_2, y anotar el resultado en la columna D.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO_2

1 Estimar la Cantidad de Cemento Producido y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión en kg de SO_2/tonelada de cemento. Si no se cuenta con información sobre el contenido de azufre y el grado de absorción, indicar un valor por defecto de 0,3 kg de SO_2/tonelada de cemento.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de SO_2 en kg de SO_2, e indicar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de SO_2, y anotar el resultado en la columna D.

2.4 Producción de cal

Introducción

La producción de cal supone una serie de pasos comparables a los de la producción de clinca de cemento Portland. Éstos incluyen la extracción, trituración y clasificación volumétrica de la materia prima, la calcinación (es decir, el procesamiento a temperaturas muy elevadas ~ 1100 C) de la materia prima para producir cal, la hidratación de la cal en hidróxido de calcio seguida de varias operaciones de transferencia, almacenamiento y manipulación.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción internacional de cal se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) los números correspondientes a la producción de cal y a la producción de dolomita son el 30312 y el 40613 (EMEP/CORINAIR, 1996).

FUENTES DE LOS DATOS

Se debe señalar que los códigos de emisión SNAP y los factores de emisión eran correctos en la fecha de publicación de este *Libro de trabajo*. Los lectores deberán remitirse a la edición más reciente de la Guía de EMEP/CORINAIR donde aparecen los códigos SNAP y los factores de emisión actualizados.

2.4.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

En la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de cal se aplica un factor de emisión, en toneladas de emisiones de CO_2 por tonelada de cal producida, a la producción anual de cal. Los factores de emisión se tabulan en la Tabla 2-1.

TABLA 2-1
RESUMEN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CAL

Proceso	Componente	Factor de emisión
Horno de cal - alimentado con calcita	CO_2	0,79 toneladas de CO_2/tonelada de cal viva producida
Horno de cal - alimentado con dolomita	CO_2	0,91 toneladas de CO_2/tonelada de cal dolomítica producida

FACTORES DE EMISIÓN

Los factores de emisión están basados en la cal pura, pero en algunos casos la pureza puede oscilar entre 85% y 95%. En esos casos, las ecuaciones deberán ajustarse para dar cuenta de la pureza de la cal.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-2 - PRODUCCIÓN DE CAL para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Estimar la Cantidad de Cal Producida para cada tipo de cal y anotar ese valor en toneladas en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente de la Tabla 2-1 en toneladas de CO_2 por tonelada de cal viva o cal dolomítica producida.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CO_2, y anotar el resultado en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de CO_2 y anotar el resultado en la casilla inferior de la columna.

2.5 Utilización de piedra caliza y de dolomita

Introducción

UTILIZACIÓN DE PIEDRA CALIZA

El CO_2 procedente del empleo de abonos con cal en la agricultura deberá informarse en el capítulo correspondiente al Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura. La piedra caliza y la dolomita utilizadas en la producción de cemento y cal deberán notificarse en el capítulo correspondiente a las actividades industriales. Esta sección abarca todos los demás usos de la piedra caliza y la dolomita que dan origen a emisiones de CO_2.

Las aplicaciones industriales en que se somete a temperaturas elevadas piedra caliza o dolomita dan lugar a emisiones de CO_2.

Fuentes de los datos

Los datos sobre la producción internacional de piedra caliza y dolomita se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). La utilización de piedra caliza y dolomita no forma parte de la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.5.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 procedentes de la utilización de piedra caliza se aplica un factor de emisión, en kilogramos de emisiones de CO_2 por tonelada de piedra caliza, al volumen anual de piedra caliza utilizada.

Se parte del supuesto de que el consumo de piedra caliza o de dolomita en toneladas anuales es igual a la suma del material extraído de las minas (o dragado) y del material importado, una vez restado el material exportado. Deberán excluirse de este cálculo la piedra caliza o la dolomita utilizadas en la producción de cemento, cal y magnesio, actividades y procesos agrícolas en que no se genera CO_2.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-3 - UTILIZACIÓN DE PIEDRA CALIZA Y DE DOLOMITA para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Estimar la Cantidad de Piedra Caliza o Dolomita Utilizada y anotar esos valores en la columna A en toneladas.

2 Para el cálculo de las emisiones de CO_2 procedentes de la utilización de piedra caliza, indicar en la columna B el Factor de Emisión de 440 kg de CO_2 por tonelada de piedra caliza utilizada. Si se conoce la pureza fraccionaria (f) de la piedra caliza en $CaCO_3$

por tonelada de materia prima total, el factor de emisión puede convertirse empleando la ecuación siguiente:

Factor de Emisión (kg CO_2/t piedra caliza) = 440 x (f)

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 procedentes de la utilización de dolomita, anotar en la columna B el factor de emisión de 477 kg de CO_2 por tonelada de dolomita utilizada. Si se conoce la pureza fraccionaria (f) de la dolomita en $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ por tonelada de materia prima total, el factor de emisión puede convertirse empleando la fórmula siguiente:

Factor de Emisión (kg CO_2/t dolomita) = 477 x (f)

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en kilogramos de CO_2, y anotar ese producto en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores en la columna D para obtener el total de emisiones de CO_2 y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

2.6 Producción y utilización de carbonato sódico

Introducción

Pueden ocurrir emisiones de dióxido de carbono durante la utilización del carbonato sódico, así como durante su producción, dependiendo del proceso industrial empleado.

Las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carbonato sódico varían considerablemente dependiendo del proceso de fabricación. En la producción de carbonato sódico pueden emplearse cuatro procesos diferentes. Tres de esos procesos, el monohidratado, el sesquicarbonato y la carbonación directa, se consideran procesos naturales. El cuarto, el proceso Solvay, está clasificado como proceso sintético.

Durante el proceso de producción, la trona (el principal mineral empleado en la fabricación de carbonato sódico natural) se calcina en un horno rotatorio y se transforma químicamente en carbonato sódico bruto. Como subproductos de ese proceso se generan dióxido de carbono y agua.

CONTABILIZACIÓN DOBLE

Para evitar la contabilización doble, las emisiones de CO_2 que lleva aparejadas el uso de coque en la producción de carbonato sódico deberá contabilizarse por separado y las emisiones que guardan relación con el uso no energético del coque deberán restarse de los totales en la sección correspondiente a la combustión.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción y utilización de carbonato sódico en todo el mundo se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). La producción y utilización de carbonato sódico no están comprendidas en la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-4 - PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE CARBONATO SÓDICO para anotar los datos correspondientes a este submódulo. No se cuenta con metodología para estimar las emisiones de CO_2 procedentes del Proceso Solvay.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBONATO SÓDICO [PROCESO NATURAL]

1 Estimar la Cantidad de Trona Utilizada y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 1.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión de 0,097 toneladas de CO_2 por tonelada de trona.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2, y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LA UTILIZACIÓN DE CARBONATO SÓDICO

1 Estimar la Cantidad de Carbonato Sódico utilizado y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión de 415 kg de CO_2 por tonelada de carbonato sódico utilizado.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en kilogramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CO_2, y anotar el resultado en la columna D.

2.7 Producción y utilización de productos minerales varios

Introducción

En esta sección se tratan las emisiones de gases de efecto invernadero y las de precursores del ozono y aerosoles resultado de la producción de materiales asfálticos para techos, la pavimentación asfáltica, la fabricación de otros productos minerales como hormigón de piedra pómez, y la fabricación de vidrio.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción internacional de cemento se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) el código para el material asfáltico para techos es el 40610 (el correspondiente al soplado del asfalto es el 60310); el de la pavimentación de caminos es el 40611; y los correspondientes al vidrio plano y a los envases de vidrio son el 33014 y el 33015 respectivamente (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.7.1 Producción de material asfáltico para techos

2.7.1.1 Metodología para estimar las emisiones de COVDM y CO

Las emisiones procedentes de la producción de material asfáltico para techos pueden estimarse a partir de la masa total de productos en todo el país. Los factores de emisión indicados en la Tabla 2-2, tomados de la Guía EMEP/CORINAIR (SNAP 40610) son los valores por defecto.

TABLA 2-2
FACTORES DE EMISIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO PARA TECHOS (KG/TONELADA DE PRODUCTO)[a]

	Factor de emisión (Saturación con rociado)	Factor de emisión (Saturación sin rociado)
COVDM	0,13 - 0,16	0,046 - 0,049
CO	ND	0,0095

ND = No disponible

[a] No hay cifras disponibles para las emisiones de CO procedentes de un proceso en que la saturación incluya una sección de rociado. Se ha partido del supuesto de que las emisiones serían idénticas a las procedentes de un proceso en que se emplee solamente saturación por inmersión.

El soplado del asfalto es el proceso de polimerización y estabilización del asfalto para mejorar sus características de resistencia a la intemperie. Esa actividad da origen a emisiones de COVDM. Los valores por defecto para los factores de emisión se indican en la Tabla 2-3, y han sido tomados de la Guía EMEP/CORINAIR. Se da por supuesto que todo el asfalto utilizado en usos diferentes de la pavimentación corresponderá al asfalto soplado.

TABLA 2-3
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL PROCESO DE SOPLADO DEL ASFALTO (KG/TONELADA DE PRODUCTO)

	Factor de Emisión (con postquemador)	Factor de Emisión (ningún control)
COVDM	0,1	2,4

2.7.2 Pavimentación asfáltica

Introducción

Las superficies asfálticas de las carreteras están compuestas de material inerte compactado y ligante asfáltico. En el proceso de fabricación del asfalto y durante las operaciones de revestimiento de las carreteras ocurren emisiones de COVDM, que también se desprenden posteriormente de la superficie de la carretera.

2.7.2.1 Metodología para estimar las emisiones de COVDM

FACTOR DE CONVERSIÓN

Si se desconocen las toneladas de asfalto utilizadas en las tareas de pavimentación, pero sí la superficie pavimentada, puede emplearse un factor de conversión de 100 kg de asfalto/m^2 de superficie vial.

Las emisiones de COVDM dependen del tipo de asfalto (de curado lento, mediano o rápido) y de la cantidad de diluente. Se propone un factor de emisión por defecto de 320 kg de COVDM por tonelada de superficie pavimentada (las fuentes se indican en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*). La cantidad de diluente utilizada en los países cálidos generalmente es inferior a la empleada en los países fríos, por lo que cabe esperar factores de emisión inferiores en los países cálidos.

2.7.3 Producción de otros productos minerales

Introducción

Varios otros procesos de producción de minerales podrían dar origen a emisiones de contaminantes. Esos procesos no son probablemente fuentes apreciables a escala mundial, pero pueden ser significativos a escala nacional o local. Por lo general se cuenta con información limitada sobre las emisiones de esos procesos.

2.7.3.1 Metodología para estimar las emisiones procedentes de otros productos minerales (COVDM y SO_2)

Producción de hormigón de piedra pómez

La producción de hormigón de piedra pómez es similar a la del cemento ya que las emisiones de SO_2 obedecen a la utilización de combustible y al contenido de azufre en la arcilla. Un 45% del SO_2 generado en el proceso es secuestrado en el producto. Deberá adoptarse un factor de emisión de unos 0,5 kilogramos de SO_2/tonelada de producto cuando no se disponga de información específica para las instalaciones (las fuentes se indican en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

Producción de vidrio

Durante la producción de vidrio pueden ocurrir emisiones de COVDM. Se ha derivado un factor de emisión de 4,5 kg por tonelada de producto (las fuentes se indican en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-5 - PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO PARA TECHOS

1 Estimar la Cantidad Producida de Material Asfáltico para Techos y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 1.

2 En el caso de los procesos de saturación, anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente indicado en la Tabla 2-2,

En cuanto a los procesos de soplado del asfalto, anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente de la Tabla-2-3.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kilogramos, y anotar el producto en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de COVDM, y anotar el resultado en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de COVDM y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO DURANTE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO PARA TECHOS

1 Estimar la Cantidad de Material Asfáltico para Techos Producida y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente indicado en la Tabla 2-2.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO en kilogramos de CO, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CO, y anotar el resultado en la columna D.

PASO 3 ESTIMAR LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DE LA PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA

1 Estimar la Cantidad de Material de Pavimentación Utilizado para cada Fuente de Emisión en un año y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 3.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión de 320 kg de COVDM por tonelada de asfalto utilizado en las tareas de pavimentación.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kilogramos de COVDM, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de Emisiones de COVDM, y anotar el resultado en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de COVDM y anotar el resultado en la parte inferior de ese columna.

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO

1 Estimar la Cantidad de Vidrio Producido por tipo de vidrio y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 4.

2 Indicar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente a la producción de vidrio (valor por defecto de 4,5 kg de COVDM por tonelada de producto), en kilogramos de COVDM por tonelada de producto producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kilogramos de COVDM y anotar ese producto en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de COVDM, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores en la columna D para obtener el total de Emisiones de COVDM y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

PASO 5 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO_2 PROCEDENTE DEL HORMIGÓN DE PIEDRA PÓMEZ

1 Estimar la Cantidad Producida de Hormigón de Piedra Pómez y anotar ese valor en toneladas en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente a la producción de hormigón de piedra Pómez (valor por defecto de 0,5 kg de SO_2 por tonelada de producto), en kilogramos de SO_2 por tonelada de producto producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de SO_2 en kilogramos de SO_2 y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de SO_2 y anotar el resultado en la columna D.

2.8 Producción de amoníaco

Introducción

En la mayoría de los casos, el amoníaco anhidro se produce mediante el reformaje catalítico al vapor de gas natural (mayormente CH_4) u otros combustibles sólidos. El gas natural es utilizado como materia prima en la mayoría de las fábricas, mientras que en el proceso de oxidación parcial pueden ser utilizados otros combustibles (por ej., petróleos pesados). El hidrógeno se separa del combustible por medios químicos y se combina con nitrógeno para producir amoníaco (NH_3). El carbono restante se emite con el tiempo en forma de CO_2.

Durante la producción de amoníaco pueden ocurrir también emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO_2.

Fuentes de los datos

Por lo general, en cada país hay sólo unas cuantas fábricas de amoníaco, y se recomienda calcular las emisiones sobre la base de datos específicos para cada fábrica y/o métodos para fuentes puntuales. Las cifras de la producción internacional se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) el número correspondiente a la producción de amoníaco es el 40403 (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.8.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Las emisiones de CO_2 dependen de la cantidad y la composición del gas (o del petróleo) empleado en el proceso. Se da por supuesto que todo el carbón se emitirá a la atmósfera.

CONTABILIZACIÓN DOBLE

Para evitar la contabilización doble, las cantidades de petróleo o gas utilizadas deberán restarse de la cantidad indicada en el capítulo correspondiente al uso energético y no energético en el capítulo Energía.

El método más exacto de estimación será el basado en el consumo de gas. El contenido de carbono del gas natural puede variar, por lo que se recomienda que se determine para cada fábrica. Por ejemplo, los datos correspondientes a Canadá (las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*) indican valores de 812 m^3 gas/tonelada de NH_3 y 0,525 kg de carbono/m^3 de gas.

Si no estuviera disponible el consumo de gas, una alternativa sería calcular las emisiones a partir de la producción de amoníaco. El factor de emisión recomendado es de 1,5 toneladas de CO_2 por tonelada de NH_3 producido, excluyendo el gas utilizado como combustible (las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*). El gas utilizado como combustible deberá excluirse en caso de que se utilicen datos diferentes para los factores de emisión. Esa cifra depende del contenido de carbono en la materia prima.

El CO_2 procedente de la producción de amoníaco puede emplearse también para la producción de urea o de hielo seco. Ese carbono se almacenará solamente durante un breve período. Por lo tanto, no deberá contabilizarse la fijación intermedia de CO_2 en los procesos de fabricación secundaria y en los productos.

2.8.2 Metodología para estimar las emisiones de COVDM, CO y SO_2

Los factores de emisión por defecto para las emisiones no controladas en las fábricas se indican en la Tabla 2-4.

TABLA 2-4
FACTORES DE EMISIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE AMONÍACO
(KG/TONELADA DE PRODUCTO)

TOC[a]	CO	SO_2
4,7	7,9	0,03

[a]Total de compuestos orgánicos.

La producción de amoníaco puede ser fuente de NO_x. Sin embargo, como no se dispone de datos para calcular las emisiones de NO_x, en esta publicación no se recomienda un método para estimar esas emisiones.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-6 - PRODUCCIÓN DE AMONÍACO para anotar los datos correspondientes a este submódulo. Se presentan dos métodos para

estimar las Emisiones de CO_2: Nivel 1a - Estimación basada en el Gas Consumido y Nivel 1b - Estimación basada en la Producción de Amoníaco.

Nivel 1a - Estimación Basada en el Gas Consumido

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Calcular la Cantidad de Gas Consumido en m^3 durante la producción de amoníaco y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 1. De no contarse con esos datos, pasar al Nivel 1b: Estimación basada en la Producción de Amoníaco.

2 Anotar en la columna B el Contenido de Carbono del Gas, en unidades de kg de carbono por m^3 de gas.

3 Multiplicar la columna A por la columna B y la Relación de Conversión de la columna C (la relación de los pesos moleculares del CO_2 y el carbono), para obtener las Emisiones de CO_2 en kg de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

4 Dividir la columna D por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna E.

Nivel 1b - Estimación Basada en la Producción de Amoníaco

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Obtener una estimación de la Cantidad de Amoníaco Producido en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente en toneladas de CO_2 por tonelada de amoníaco producido. El factor de emisión por defecto es 1,5 t CO_2/t de NH_3 producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CO_2, y anotar el resultado en la columna D.

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM, CO Y SO_2

1 Obtener una estimación de la Cantidad de Amoníaco Producido en toneladas, y anotar en la columna A de la hoja 3 las cifras correspondientes a COVDM, CO y SO_2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente para COVDM, CO y SO_2 indicado en la Tabla 2-4, en kg por tonelada de amoníaco producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM, CO y SO_2 en kg, y anotar en la columna C la cifra correspondiente a cada uno de esos gases.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de COVDM, CO y SO_2, y anotar el resultado en la columna D.

2.9 Producción de ácido nítrico

Introducción

En la producción de ácido nítrico (HNO_3) se genera óxido nitroso (N_2O) como subproducto de la oxidación catalítica del amoníaco (NH_3) a elevadas temperaturas.

Fuentes de los datos

Cada país tiene por lo general sólo unas cuantas fábricas que producen ácido nítrico; por lo tanto, normalmente están disponibles cifras de las mediciones de las emisiones. Esos datos toman en cuenta el efecto de toda tecnología de reducción de las emisiones instalada en las fábricas específicas. En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) el número correspondiente a la producción de ácido nítrico es el 40402 (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.9.1 Metodología para estimar las emisiones de N_2O

Las emisiones deberán calcularse a partir de los datos de producción del ácido nítrico en el país, y de las cifras específicas de emisión basadas en la tecnología empleada realmente. En la Tabla 2-5 se presentan ejemplos de factores de emisión de las plantas de producción de ácido nítrico, basados en mediciones. Las tasas de emisión dependen de la tecnología y de las condiciones de operación.

FACTORES DE EMISIÓN

Cuando no se cuenta con datos de mediciones, las emisiones se calculan multiplicando el factor de emisión por la cantidad producida. Deberán seleccionarse factores de emisión específicos cercanos al máximo de la gama apropiada.

TABLA 2-5
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL N_2O PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO

	Factor de emisión por kg N_2O/tonelada de ácido nítrico
EE.UU.	2-9 [a]
Noruega:- fábricas modernas, integradas	<2
- fábricas de presión atmosférica	4-5
- fábricas de presión media	6-7,5
Japón	2,2-5,7

[a] Se ha informado de factores de emisión de hasta 19 kg N_2O/tonelada de ácido nítrico en fábricas no equipadas con tecnología de reducción catalítica no selectiva (las fuentes se citan en la *NGGI Reference* en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

2.9.2 Metodología para estimar las emisiones de NO_x

El ácido nítrico es producto de la oxidación catalítica del amoníaco. Además de las emisiones de N_2O descritas anteriormente, podría haber emisiones no combustivas de NO_x.

Las emisiones se estiman a partir de la cantidad de ácido nítrico producida. El factor de emisión se multiplica por la producción de ácido nítrico. En la Tabla 2-6 se presentan estimaciones de los factores de emisión para los NO_x. Cuando se desconozcan los detalles del proceso y la tecnología deberá emplearse un valor de 12,0 kg de No_x/tonelada de ácido nítrico.

TABLA 2-6
FACTORES DE EMISIÓN PARA LOS NO_x PROVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO

Proceso	Factor de emisión kg NO_x/t ácido nítrico
Producción de ácido fuerte	0,1 - 1
Proceso a baja presión	10 - 20

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-7 - PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N_2O Y NO_x

1 Calcular la Cantidad Producida de Ácido Nítrico en toneladas y anotar esa cifra en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente a cada tipo de emisiones en kg por tonelada de ácido nítrico producida. En la Tabla 2-5 se indican los factores de emisión pertinentes para el N_2O y en la Tabla 2-6 los correspondientes a los NO_x.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de N_2O y NO_x en kg y anotar en la columna C la cifra para cada uno de esos gases.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos para cada uno de esos gases, y anotar el resultado en la columna D.

2.10 Producción de ácido adípico

Introducción

El ácido adípico es un ácido dicarboxílico fabricado a partir de una mezcla de ciclohexanona/ciclohexanol que es oxidada por el ácido nítrico. El N_2O se genera como subproducto de la etapa de oxidación.

La producción de ácido adípico da origen también a emisiones de NO_x, COVDM y CO. Las emisiones procedentes de la producción de ácido adípico varían considerablemente dependiendo del nivel de control de emisiones empleado.

Fuentes de los datos

TECNOLOGÍA DE ATENUACIÓN

Las tecnologías disponibles tienen diferentes niveles de eficiencia. Toda reducción de las emisiones de N_2O debida a la instalación de sistemas de atenuación deberá evaluarse para cada planta específica siempre que sea posible.

Las cifras de producción internacional se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) el número correspondiente a la producción de ácido adípico es el 40521 (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.10.1 Metodología para estimar las emisiones de N_2O

La producción de ácido adípico da origen a emisiones de N_2O a razón de 300g de N_2O/kg de ácido adípico producido (en el caso de las emisiones no atenuadas).

2.10.2 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, COVDM y CO

En la Guía EMEP/CORINAIR se indica que las emisiones de N_2O podrían estar acompañadas de emisiones de NO_X, COVDM y CO, pero no se proponen factores de emisión en la actualidad. Los factores de emisión de la US EPA se indican en la Tabla 2-7 (las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

TABLA 2-7 FACTORES DE EMISIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ADÍPICO (KG/TONELADA DE PRODUCTO)		
NO_X	COVDM	CO
8,1	43,3	34,4

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-8 - PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ADÍPICO para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N_2O, NO_x, COVDM Y CO

1 Calcular la Cantidad de Ácido Adípico Producido en toneladas y anotar esa cifra en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kg de cada uno de esos gases por tonelada de ácido adípico producido. En cuanto al N_2O, puede emplearse un valor por defecto de 300 kg de N_2O/t de ácido adípico producido. Por lo que respecta a los NO_x, COVDM y CO, véase la Tabla 2-7 en que se indican los valores por defecto para los Factores de Emisión.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de N_2O, NO_x, COVDM y CO en kg y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de N_2O, NO_x, COVDM y CO, y anotar el resultado para cada contaminante en la columna D.

2.11 Producción de carburo

Introducción

La producción de carburo puede dar origen a emisiones de CO_2, CH_4, CO y SO_2.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción mundial se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). La fabricación de carburo no está incluida en la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.11.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2 y CH_4 procedentes de la producción de carburo de silicio

Emisiones de CO_2

En la producción de carburo de silicio, el CO_2 es liberado como subproducto de la reacción entre el cuarzo y el carbono. El coque de petróleo se utiliza como fuente de carbono. Un valor típico del factor de emisión es de 2,3 toneladas de CO_2/tonelada de coque, tomando como base las fábricas noruegas.

Emisiones de CH_4

El coque de petróleo utilizado en este proceso puede contener compuestos volátiles que forman CH_4. Parte de ese CH_4 escapará a la atmósfera, en particular durante la puesta en marcha. Sobre la base de mediciones realizadas en fábricas noruegas se han propuesto factores de emisión de 10,2 kg de CH_4/tonelada de coque de petróleo y de 11,6 kg de CH_4/tonelada de carburo producido.

2.11.2 Metodología para estimar las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carburo de calcio

El carburo de calcio se obtiene calentando carbonato de calcio ($CaCO_3$) y reduciendo más tarde la cal (CaO) con carbono (por ej., coque de petróleo). Ambos pasos dan origen a emisiones de CO_2.

En la Tabla 2-8 se presentan los factores de emisión para el cálculo de las emisiones.

CARBURO DE CALCIO

Se debe señalar que en la fábrica de carburo podría no producirse CaO (cal). En ese caso, las emisiones del paso del CaO deberán notificarse como emisiones procedentes de la producción de cal (Sección 2.4), debiendo informarse solamente las emisiones del paso de reducción y de la utilización del producto como emisiones provenientes de la fabricación de carburo de calcio.

Las emisiones pueden calcularse atendiendo a la utilización de materias primas (piedra caliza y coque). La piedra caliza contiene aproximadamente 98% de $CaCO_3$. Para producir 1 tonelada de carburo son necesarios 1750 kg de piedra caliza (o 950 kg de CaO) y 640 kg de agente reductor (incluidos 20 kg de electrodos de carbono).

TABLA 2-8 FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CO_2 PROCEDENTE DEL CARBURO DE CALCIO		
Piedra caliza	0,76	toneladas de CO_2/tonelada de carburo
Reducción	1,090	toneladas de CO_2/tonelada de carburo
Utilización del producto	1,100	toneladas de CO_2/tonelada de carburo

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-9 - PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - para anotar los datos correspondientes a este submódulo. Si se desconoce la cantidad de coque consumida, las emisiones de CO_2 pueden estimarse a partir de los datos de producción de carburo. Véase el método presentado para la producción de carburo de calcio.

Por lo que corresponde a las emisiones de CH_4 procedentes del carburo de silicio, se presentan dos métodos:

- **Nivel** 1a, Estimación basada en el consumo de coque de petróleo y,
- **Nivel** 1b, Estimación basada en los datos de producción de carburo de silicio.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al término de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

Carburo de silicio

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO

1 Calcular el Consumo de Coque en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 1.

2 Anotar en la columna B el Contenido de Carbono en el Coque (en porcentaje). Puede emplearse 97% como valor por defecto.

3 Anotar en la columna C el Aporte de Carbono Secuestrado en el Producto (en porcentaje). Si no estuvieran disponibles otros datos, puede emplearse un valor de 35%.

4 Multiplicar la columna A por la columna B, por (100-menos la columna C), y por el factor 3,67 x 10^{-4} a fin de obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas; anotar el resultado en la columna D.

5 Dividir la columna D por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar el resultado en la columna E.

Nivel 1a - Estimación Basada en el Consumo de Coque de Petróleo

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CH_4 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - NIVEL 1a

1 Calcular la Cantidad de Coque de Petróleo Consumido en toneladas y anotar la cifra en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kg de CH_4 por tonelada de coque de petróleo consumido. Como Factor de Emisión se recomienda 10,2 kg de CH_4/tonelada de coque de petróleo si no se cuenta con otra información.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CH_4 en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CH_4, y anotar la cifra en la columna D.

Nivel 1b - Estimación Basada en la Producción de Carburo de Silicio

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CH_4 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - NIVEL 1b

1 Calcular la Cantidad de Carburo de Silicio Producido en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 3.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión, en kg de CH_4 por tonelada de carburo producido. Se puede emplear un Factor de Emisión de 11,6 kg de CH_4/tonelada de carburo producido si no se dispone de otra información.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CH_4 en kg, y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CH_4, y anotar ese valor en la columna D.

Carburo de calcio

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE CARBURO DE CALCIO

1 Calcular la Cantidad de Carburo Producido en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 4.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en toneladas de CO_2 por tonelada de sustancia química producida. En el caso del carburo de calcio el factor de emisión debe incluir todos los componentes necesarios, tales como el caldeo del carbonato de calcio, la reducción de la cal y/o la utilización del producto (en la Tabla 2-8 se indican los factores de emisión). No deberán incluirse las emisiones procedentes de la producción de cal, si ésta no se obtiene en la misma fábrica que el carburo de calcio.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores de la columna D para obtener el total de Emisiones de CO_2 y anotar el resultado en la casilla inferior de esa columna.

2.12 Producción de otras sustancias químicas

Introducción

La producción de otros productos químicos como negro de humo, estireno, cloruro de polivinilo, ácido sulfúrico, etc. puede dar origen a emisiones de CH_4, N_2O, NO_x, COVDM, CO y SO_2.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción mundial se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En las tablas aparecen los códigos de los procesos siguiendo la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.12.1 Metodología para estimar las emisiones de CH_4

Si bien tomadas individualmente la mayoría de las fuentes de CH_4 procedentes de procesos industriales son reducidas, tomadas en su conjunto pueden ser considerables.

Se cuenta con pocos datos sobre los factores de emisión. Éstos se presentan en la Tabla 2-9 (las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*).

TABLA 2-9
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CH_4 PROCEDENTE DE LA FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS
(KG DE CH_4/TONELADA DE PRODUCCIÓN)

Negro de humo	11
Etileno	1
Dicloroetileno	0,4
Estireno	4
Metanol	2
Coque	0,5

Las emisiones se determinan multiplicando el factor de emisión por la producción anual.

2.12.2 Metodología para estimar las emisiones de N_2O

La fabricación de otros productos químicos además del ácido nítrico y el ácido adípico puede ser fuente de N_2O; sin embargo, son necesarios más estudios para determinar si representan fuentes significativas.

2.12.3 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO_2

En esta sección se presta atención a las emisiones procedentes de fuentes puntuales pequeñas. El total de las emisiones nacionales procedentes de esas fuentes puede ser importante, proponiéndose una metodología sencilla.

En la Tabla 2-10 se presenta un resumen de los factores de emisión por defecto, así como de la gama de valores para el factor de emisión en los casos pertinentes. La gama de valores para las emisiones de COVDM procedentes de muchos procesos es bastante amplia. Los factores de emisión probablemente dependerán mucho de cada tipo de proceso.

TABLA 2-10
FACTORES DE EMISIÓN PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN DIVERSOS EN LAS INDUSTRIAS QUÍMICAS (KG/TONELADA DE PRODUCTO)

FUENTE	SNAP	NO_X	COVDM	CO	SO_2
Acrilonitrilo	40520	-	1 (0,4-100)	-	-
Resinas de Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	40515	-	27,2 (1,4-27,2)	-	-
Negro de humo	40409	0,4	40 (5-90)	10 (5-14)	3,1
Etilbenceno	40518	-	2 (0,1-2)	-	-
Etileno y propileno	40501/40502	-	1,4	-	-
Formaldehído	40517	-	5 (0-8)	-	-
Grafito	40411	-	ND	-	-
Anhídrido ftálico	40519	-	6,0 (1,3-6,0)	-	-
Polipropileno	40509	-	12 (0,35-12)	-	-
Poliestireno	40511	-	5,4 (0,2-5,4)	-	-
Polieteno - Baja densidad	40506	-	3	-	-
Polieteno - Lineal baja densidad	-	-	2	-	-
Polieteno - Elevada densidad	50507	-	6,4	-	-
Cloruro de polivinilo	40508	-	8,5 (0,14-8,5)	-	-
Estireno	40510	-	18 (0,25-18)	-	-
Butadieno estireno	40512-14	-	ND	-	-
1,2, dicloroetano	40503	-	7,3 (0,2-7,3)	-	-
Ácido sulfúrico	40401	-	-	-	17,5 (1-25)
Dióxido de titanio	40410	-	-	-	14,6 (0,9-14,6)
Urea	40408	ND	ND	ND	ND
Cloruro de vinilo [a]	40504				
1,2, dicloroetano	40505	-	2,2	-	-

Nota: Gama de valores entre corchetes

Las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*.

[a] Deberán emplearse factores de emisión para el monómero y el polímero por separado incluso si se producen en la misma fábrica, a menos que se indique otra cosa.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-10 - FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CH_4

1 Calcular la Cantidad de Productos Químicos Fabricada en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 1.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-9, en kg de CH_4 por tonelada de producto químico producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CH_4 en kg; anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CH_4, y anotar ese valor en la columna D.

5 Sumar los valores en la columna D para obtener el total de las Emisiones de CH_4 y anotar el resultado en la casilla inferior de esa columna.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE NO_x

1 Calcular la Cantidad de Producto Químico Fabricado en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-10, en kg de NO_x por tonelada de producto químico fabricado.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de NO_x en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de NO_x, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores en la columna D para obtener el total de las Emisiones de NO_X y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM

1 Obtener un estimado de la Cantidad de Producto Químico Fabricado y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 3.

2 Indicar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-10, en kg de COVDM por tonelada de producto químico fabricado.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión en unidades de gigagramos de COVDM, y anotar el resultado en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de COVDM y anotar el resultado en la casilla inferior de esa columna.

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO

1 Calcular la Cantidad de Producto Químico Fabricado y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 4.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-10, en kg de CO por tonelada de producto químico fabricado.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores de la columna D para obtener el total de emisiones de CO y anotar el resultado en la casilla inferior de esa columna.

PASO 5 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO_2

1 Calcular la Cantidad de Producto Químico Fabricado y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 5.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-10, en kg de SO_2 por tonelada de producto químico fabricado.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de SO_2 en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de SO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de SO_2 y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

2.13 Producción de metales

Introducción

La metodología preferida (Nivel 1a) para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de metales de todos tipos se indica en la Sección 2.13.1. Ese método requiere contar con información sobre la cantidad del agente reductor utilizado. De no contarse con esa información, en las siguientes secciones se presentan metodologías de Nivel 1b para el cálculo de las emisiones de CO_2 sobre la base de las cantidades de metal producido, para metales específicos.

Fuentes de los datos

Las cifras de la producción mundial se pueden obtener de las Naciones Unidas (1988) y del US Bureau of Mines (1988). En la Standard Nomenclature of Air Pollution (SNAP), los hornos de recalentar para el hierro y el acero tienen el número 30302; las fundiciones grises, el 30303; los procesos de producción - industrias del hierro y el acero y hulleras, el 40200; los hornos de coque, el 40201; la carga de altos hornos, el 40202; el fundido del mineral de hierro, el 40203; el semicoque sólido, el 40204; las acerías con hornos de solera, el 40205; los hornos básicos con corriente de oxígeno, el 40206; las acerías con hornos eléctricos, el 40207; los laminadores, el 40208; las ferroaleaciones, el 40302; la producción de ferroaleaciones, el 40302; la producción de aluminio, el 40301; la industria de metales no ferrosos, el 40300 (EMEP/CORINAIR, 1996).

2.13.1 Metodología preferida para el cálculo de las emisiones de CO_2

La metodología preferida requiere conocer la cantidad del agente reductor utilizado en la fabricación de metales. Si no se cuenta con esa información, remítase a las Secciones 2.13.2 a la 2.13.6.

En la Tabla 2-11 se presentan los factores de emisión propuestos para diferentes agentes reductores del mineral.

TABLA 2-11
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CO_2 PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE METALES
(TONELADAS DE CO_2/TONELADAS DE AGENTE REDUCTOR)

Agente reductor	Factor de Emisión [a]
Carbón[b]	2,5
Coque de carbón [b]	3,1
Coque de petróleo	3,6
Ánodos precocidos y electrodos de carbón	3,6

[a] Si no se cuenta a nivel nacional con mejor información sobre el contenido real de carbono o no puede calcularse a partir de los datos del capítulo Energía.
[b] Derivados de los datos en el capítulo Energía

2.13.2 Hierro y acero

2.13.2.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

CONTABILIZACIÓN DOBLE

Emisiones adicionales ocurren cuando el flujo de piedra caliza desprende dióxido de carbono durante la reducción del mineral de hierro en el alto horno. Esa fuente se incluye entre las emisiones del uso de la cal en la Sección 2.5. Debe prestarse atención a evitar la contabilización doble de esas emisiones.

Nivel 1a

Véase la Sección 2.13.1 si se conoce la cantidad del agente reductor.

Nivel 1b

Parsons (1977) y ORTECH (1994) han estudiado el consumo de carbono en las fundiciones de hierro y acerías. Esos resultados han sido resumidos por Environment Canada 1996. En la Tabla 2-12 se indica un factor de emisión para el CO_2.

TABLA 2-12
FACTOR DE EMISIÓN PARA EL CO_2 PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE HIERRO Y ACERO (TONELADA/TONELADA DE HIERRO O ACERO PRODUCIDOS)

País	Descripción	Factor de Emisión	Referencia
Canadá [a]	Fábrica integrada [b] (producción de coque junto con hierro y/o acero).	1,6	Environment Canada 1996

[a] Incluye el CO_2 producto del consumo de coque y gas de horno de coque. No incluye ninguna forma de consumo de energía convencional. El factor de emisión se aplica tanto a la producción de hierro como a la producción combinada de hierro y acero, ya que la incertidumbre con respecto a los estimados pesa más que la diferencia incremental en las emisiones de CO_2.
[b] Environment Canada ha notificado un factor de emisión de unas 1,5 toneladas de CO_2/tonelada de hierro o acero en una instalación no integrada. Sin embargo, ese valor es bastante dudoso.
Nota: Las cifras no incluyen el CO_2 del consumo del flujo ($CaCO_3$).

2.13.2.2 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO_2

Las diferentes etapas del proceso de producción de hierro y acero pueden dar lugar a emisiones. Esas fuentes se recogen en las tablas a continuación. La mayoría de las emisiones procedentes de los laminadores obedecen al combustible utilizado para el caldeo del proceso. No obstante, el laminado en frío dará lugar a emisiones de diversos gases además de las emisiones procedentes de la quema de combustibles.

En las siguientes Tablas 2-13 a la 2-16 se resumen los respectivos factores de emisión para NO_x, COVDM, CO y SO_2 indicados en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*:

TABLA 2-13
TASAS DE EMISIÓN DE NO_X COMUNICADAS PARA EL SECTOR DEL HIERRO Y EL ACERO (G NO_X/TONELADA DE HIERRO O ACERO PRODUCIDO)

Fuente	Factor de Emisión (g/tonelada producida)	Referencia
Producción de hierro - colada de mineral de hierro	76	CASPER 1995
Fabricación del acero - laminadores	40	Guía EMEP/ CORINAIR

TABLA 2-14
TASAS DE EMISIÓN DE COVDM COMUNICADAS PARA EL SECTOR DEL HIERRO Y EL ACERO (G COVDM/TONELADA DE HIERRO O ACERO PRODUCIDO)

Fuente	Factor de Emisión (g/tonelada producida)	Referencia
Producción de hierro - carga de altos hornos	100	CASPER 1995
Producción de hierro - carga de altos hornos	20	CASPER 1995
Fabricación del acero - laminadores	30	Guía EMEP/ CORINAIR

TABLA 2-15
TASAS DE EMISIÓN DE CO COMUNICADAS PARA EL SECTOR DEL HIERRO Y EL ACERO
(G CO/TONELADA DE HIERRO O ACERO PRODUCIDO)

Fuente	Factor de Emisión (g/tonelada producida)	Referencia
Producción de hierro - carga de altos hornos	1300	CASPER 1995
Producción de hierro - colada del mineral de hierro	112	CASPER 1995
Fabricación de acero - laminadores	1	Guía EMEP/ CORINAIR

TABLA 2-16
TASAS DE EMISIÓN DE SO_2 COMUNICADAS PARA EL SECTOR DEL HIERRO Y EL ACERO
(G SO_2/TONELADA DE HIERRO O ACERO PRODUCIDO)

Fuente	Factor de Emisión (g/tonelada producida)	Referencia
Producción de hierro -carga de altos hornos	1000-3000	Environment Canada
Producción de hierro - Colada de mineral de hierro	30	CASPER 1995
Fabricación del acero - laminadores	45	Guía EMEP/ CORINAIR

No se presentan los factores de emisión para la producción de acero (horno de solera abierta, acerías con hornos básicos con corriente de oxígeno y acerías con hornos eléctricos).

2.13.3 Ferroaleaciones

Introducción

La producción de ferroaleaciones supone un proceso metalúrgico de reducción que da origen a considerables emisiones de dióxido de carbono.

Las emisiones primarias en hornos de arco eléctrico cubiertos consisten en su casi totalidad de CO y no de CO_2 debido al marcado entorno reductor (ORTECH, 1994). No obstante, se da por supuesto que la totalidad del CO se convierte más tarde en CO_2, en un plazo de pocos días.

2.13.3.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Nivel 1a

Remítase a la Sección 2.13.1 si se conoce la cantidad del agente reductor.

Nivel 1b

Los factores de emisión propuestos (Tabla 2-17) dan por supuesto (si no se especifica otra cosa) que todo el carbono es fósil, y han sido derivados de un equilibrio volumétrico realizado por SINTEF (SINTEF 1991a) y Streibel, 1974.

TABLA 2-17
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CO_2 PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE FERROALEACIONES

Tipo de ferroaleación	Factor de Emisión (toneladas/tonelada de producto)
Ferrosilicio - 50%Si	2-2,7
Ferrosilicio - 75%Si	3,9
Ferrosilicio - 90%Si	4,8-6,5
Metal de silicio[a]	4,3
Ferromanganeso	1,6
Silico-manganeso	1,7
Ferrocromo	1,3
Silicio ferrocromo	ND

[a] Todos los productores probablemente utilizan algún carbono biológico para obtener las propiedades deseadas del producto. Se puede considerar que el valor mínimo es de 1,6 tonelada de bio-CO_2/tonelada de silicio, que no se incluye en el factor de emisión en la tabla.

2.13.4 Aluminio

Introducción

El aluminio primario se produce en dos pasos. El mineral de bauxita primeramente se tritura, purifica y calcina para obtener alumina. A continuación, la alumina se somete a un proceso de reducción en grandes cubas electrolíticas para obtener aluminio.

Si bien la mayoría de las emisiones de dióxido de carbono obedece a la reacción del ánodo de carbono con la alumina, una parte se forma a medida que el ánodo reacciona con otras fuentes de oxígeno (especialmente el aire). Esto ocurre durante la operación de la célula y, en el caso de electrodos precocidos, durante la producción de los ánodos en la fábrica de aluminio.

2.13.4.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Nivel 1a

Remítase a la Sección 2.13.1 si se conoce la cantidad del agente reductor.

Nivel 1b

Si se desconoce la cantidad del agente reductor, las emisiones de CO_2 pueden estimarse a partir del volumen de producción de metal primario y del consumo específico de carbono. En la Tabla 2-18 se presentan los factores de emisión para el CO_2, tomados de SINTEF 1991b y ORTECH 1994,

TABLA 2-18
FACTORES DE EMISIÓN PARA EL CO_2 PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE ALUMINIO PRIMARIO
(TONELADA/TONELADA DE PRODUCTO)

Emisión	Proceso Soderberg	Proceso de ánodo precocido
CO_2	1,8	1,5

2.13.4.2 Metodología para estimar las emisiones de PFC

Introducción

Se sabe que durante el proceso de fundición del aluminio primario se producen emisiones de dos PFC: tetrafluoruro de carbono (CF_4) y hexafluoruro de carbono (C_2F_6).

Nivel 1a - Datos de mediciones de emisiones

En el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero* se presentan detalles sobre la variabilidad de las emisiones de PFC. Como las emisiones de CF_4 y C_2F_6 experimentan variaciones muy considerables de una fundición de aluminio a otra, dependiendo del tipo de célula y de los parámetros de los efectos de ánodo (AE), los cálculos serán poco fiables a menos que se hayan realizado mediciones de las emisiones reales.

NIVEL 1a

El Nivel 1a es la metodología preferida. Deberán hacerse todo tipo de esfuerzos para obtener datos de mediciones.

Nivel 1b - Cálculo de los datos de las emisiones

Se reconoce que las mediciones son costosas y toman mucho tiempo. Sin embargo, podría resultar mucho más fácil realizar un estudio limitado de la frecuencia y duración de los efectos de ánodo en las fundiciones. En esos casos, se recomienda calcular las emisiones específicas de CF_4 para los efectos de ánodo superiores a los 2 minutos utilizando la fórmula siguiente (siguiendo el método concebido por Tabereaux 1995):

$$\text{kg } CF_4/\text{t de Al} = 1{,}698 \times (p/EA) \times FEA \times DEA$$

en la cual:

p	=	fracción media de la cantidad de CF_4 en la cuba de gas durante los efectos de ánodo
Precocido: p	=	0,08 (8%)
Søderberg: p	=	0,04 (4%)
EA	=	eficiencia actual expresada como fracción, y no como porcentaje
FEA	=	número de efectos de ánodo por cuba y día
DEA	=	duración del efecto de ánodo en minutos

Se recomienda que la tasa por defecto para las emisiones de C_2F_6 sea 1/10 de la de CF_4.

TABLA 2-19
PARÁMETROS POR DEFECTO PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE CF_4 Y C_2F_6 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ALUMINIO

	CF_4		C_2F_6	
Tipo de célula	Constante de la ecuación	Fracción media de CF_4 en el gas de cuba durante los efectos de ánodo	Constante de la ecuación	Fracción media de C_2F_6 en el gas de cuba durante los efectos de ánodo
Precocido	1,698	0,08	0,1698	0,08
Søderberg	1,698	0,04	0,1698	0,04

Nivel 1c - Datos de emisión estimados

En varios estudios se han presentado estimaciones de las emisiones de PFC. Esas publicaciones se examinan brevemente en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*.

Las estimaciones deben emplearse solamente cuando no se cuente con datos de mediciones. Como se indica en la Tabla 2-20, deberán seleccionarse factores de emisión específicos atendiendo al tipo de tecnología empleada, aplicándolos a las cifras nacionales de la producción de aluminio primario correspondiente a cada tecnología. A continuación se puede emplear la ecuación que aparece más abajo para calcular las emisiones anuales de CF_4 procedentes de una fundición que tenga una tecnología de célula determinada.

Emisiones de CF4 (kg) = FE(tecno) (kg de CF4 / t de Al) x pp(tecno) toneladas)

en la cual:

$FE_{(tecno)}$ = factor de emisión por tecnología (tomado de la Tabla 2-20)

$PP_{(tecno)}$ = producción de aluminio primario por tecnología

TABLA 2-20
EMISIONES ESTIMADAS DE CF_4 EN TODO EL MUNDO PROCEDENTES DE FUNDICIONES DE ALUMINIO CON DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE CÉLULA

Tipo de tecnología de célula	Porcentaje de la producción mundial	kg de CF_4/ tonelada de Al
Precocida moderna	20	0,05
HS Søderberg	11	1,0
Precocida "antigua"	40	1,75
VS Søderberg	29	2,0
Promedio ponderado para todas las fábricas en todo el mundo	100	1,40

Las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero*.

Se recomienda que el valor por defecto de la tasa de emisiones de C_2F_6 sea 1/10 de la de CF_4.

2.13.4.3 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, CO y SO_2

Las emisiones de NO_x, CO y SO_2 pueden ser estimadas a partir de la cantidad de aluminio producido. Las emisiones pueden provenir del proceso de producción y la cocción de los ánodos. No se establece ninguna distinción entre el método de Søderberg y el método de precocido en la Guía

EMEP/CORINAIR (SNAP 40301). Los factores de emisión propuestos se indican en la Tabla 2-21. No se da información acerca del grado de control.

TABLA 2-21
FACTORES DE EMISIÓN PARA NO_x, CO Y SO_2 PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ALUMINIO
(KG/TONELADA DE ALUMINIO PRIMARIO PRODUCIDO)

Emisión	Proceso	Factor de Emisión (por defecto)	Factor de Emisión (gama de valores)
NO_x	Electrólisis	2,15	1,3-3,0
	Cocción del ánodo	INS	INS
CO	Electrólisis	135	27-680
	Cocción del ánodo	400	ND
SO_2	Electrólisis	14,2	10-17,5
	Cocción del ánodo	0,9	0,8-1,0

INS = insignificante. ND = no disponible.

2.13.5 Producción de otros metales

2.13.5.1 Metodología para estimar las emisiones de CO_2

Nivel 1a

Remítase a la Sección 2.13.1 si se conoce la cantidad del agente reductor.

Nivel 1b

Éste incluye la producción de todos los metales no ferrosos, excepto el aluminio. Los metales pueden ser producidos utilizando carbono como agente reductor o empleando otras metodologías.

La emisión o no de carbono depende del proceso de producción. En la reducción de algunos minerales no se utiliza carbono. Por consiguiente, esos procesos dan lugar a pocas emisiones de CO_2. Se recomienda la metodología general propuesta en que las emisiones se calculan a partir del consumo de agentes reductores y el contenido de carbono de los minerales. En la Tabla 2-22 se presenta un panorama general de los procesos de producción. Algunos metales pueden producirse empleando otros métodos de producción.

MINERAL CARBONATADO

En el caso del *magnesio* y de otros metales contenidos en un mineral carbonatado, además del agente reductor de coque deberá tomarse en cuenta las emisiones de carbono procedentes del mineral.

TABLA 2-22
PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA ALGUNOS METALES

Metal	Principales minerales	Reducción con carbono	Electrólisis (sin carbono)	Otros (diferentes del CO_2)
Cromo[a]	$FeCr_2O_4$, $PbCrO_4$	x		
Cobre	Cu_2S, $CuFeS_2$, Cu_2O, carbonato		x	x (SO_2)
Oro	Elemento		x	x
Plomo	PbS	x		x (SO_2)
Magnesio	Carbonato	x	x	
Mercurio	HgS			x (SO_2)
Molibdeno	MoS_2			x (SO_2)
Níquel	NiS, NiO	x	x	x (SO_2)
Platino	Elemento, PtS			x
Silicio [b]	SiO_2, Si-O-álcali	x		
Plata	Ag_2S, elemento			x
Estaño	SnO_2	x		
Titanio	TiO_2, $FeTiO_3$	x[c]		
Tungsteno	WO_3			x
Uranio	U_xO_y			x
Zinc	ZnS, $ZnCO_3$	x	x	x (SO_2)

[a] Véase también la producción de ferroaleaciones

[b] Véase también la producción de ferroaleaciones y la producción de carburo

[c] Proceso de reducción de dos pasos, empleándose primero C + Cl_2, seguido de Mg

Nota: La aparición de (SO_2) en la columna final indica que el proceso de producción es una importante fuente de emisiones de SO_2 en todo el mundo.

2.13.6 SF_6 utilizado en las fundiciones de aluminio y magnesio

2.13.6.1 Metodología para estimar las emisiones de SF_6

En la industria del aluminio, el SF_6 se utiliza como gas de cobertura solamente para productos especiales de fundición. Como se da por supuesto que el SF_6 es inerte, las emisiones de SF_6 deben ser iguales al consumo:

Emisiones de SF_6 = Consumo de SF_6 en las fundiciones de magnesio y aluminio

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-11 - PRODUCCIÓN DE METALES para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 - NIVEL 1a

1 Estimar la Masa de Agente Reductor y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 1.

Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-11) en toneladas de CO_2/tonelada de agente reductor.

3 Si se cuenta con la información, estimar el Contenido de Carbono del Mineral (en toneladas) ($C_{mineral}$) y restar el Contenido de Carbono del Metal (en toneladas)(C_{metal}). Multiplicar el resultado por 3,67 y anotar el producto en la columna C.

Si no se cuenta con esa información, el producto de la columna A y la columna B probablemente bastará para hacer un primer cálculo de las emisiones.

4 Multiplicar las cifras de la columna A por las de la columna B y añadir las de la columna C (si las hubiere) para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2, y anotar el resultado en la columna D.

5 Dividir la columna D por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna E.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda volver a hacer copias si lo necesita.

Nivel 1b - Estimación Basada en la Producción de Hierro y Acero

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2

1 Estimar la Cantidad de Hierro o Acero Producido y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 2.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspon-diente (Tabla 2-12) en toneladas de CO_2 por toneladas de hierro o acero producidos.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2 y anotar ese valor en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar ese valor en la columna D.

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE NO_X, COVDM, CO Y SO_2

1 Estimar la Cantidad de Hierro o Acero Producido y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 3.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tablas 2-13 y 2-16) en gramos de NO_x, COVDM, CO y SO_2 por tonelada de hierro o acero producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones del Gas en gramos y anotar ese valor en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^9 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de cada uno de esos gases, y anotar ese valor en la columna D.

Nivel 1b - Estimación Basada en la Producción de Ferroaleaciones

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LAS FERROALEACIONES

1 Estimar la Cantidad de Ferroaleaciones Producidas y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 4.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-17) en toneladas de CO_2 por tonelada de ferroaleación producida.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas de CO_2 y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

Nivel 1b - Estimación Basada en la Producción de Aluminio

PASO 5 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DEL ALUMINIO - NIVEL 1b

1 Estimar la Cantidad de Aluminio Producida y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 5.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-18) en toneladas de CO_2 por tonelada de aluminio producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO_2 en toneladas, y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO_2, y anotar esa cifra en la columna D.

Nivel 1a - Estimación Basada en las Mediciones

Deberán hacerse todo tipo de esfuerzos para obtener datos de mediciones debido a la incertidumbre de las estimaciones de las emisiones.

Nivel 1b - Estimación Basada en el Número de Efectos de Ánodo

En la Tabla 2-19 se presentan los datos por defecto que deben utilizarse con el método de Nivel 1b.

PASOS 6 Y 7 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE PFC

1 Indicar el Tipo de Célula en la columna A de la hoja 6.

2 Estimar la Cantidad de Aluminio Producida y anotar esa cifra en toneladas en la columna B.

3 Anotar en la columna C la Constante de la Ecuación correspondiente (Tabla 2-19) para las emisiones de CF_4 y C_2F_6 procedentes de la producción de aluminio.

4 Anotar en la columna D la Fracción Media de Gas de Cuba Electrolítica Durante los Efectos de Ánodo de CF_4 o C_2F_6 (Tabla 2-19).

5 Anotar en la columna E la Eficiencia Actual expresada como fracción.

6 Anotar el Número de Efectos de Ánodo por Día en la columna F.

7 Anotar la Duración del Efecto de Ánodo en minutos en la columna G.

8 Multiplicar las columnas desde la B hasta la G para obtener las Emisiones de CF_4 o C_2F_6 en kg y anotar esa cifra en la columna H.

9 Dividir la columna H por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CF_4 o C_2F_6, y anotar el resultado en la columna I.

Nivel 1c - Estimación Basada en la Producción de Aluminio

El método del Paso 8 deberá emplearse solamente cuando no se cuente con datos producto de mediciones.

PASO 8 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CF_4

1 Estimar la Cantidad de Aluminio Producido y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 8.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-20) en kg de CF_4 por tonelada de aluminio producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las emisiones en kg y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos, y anotar esa cifra en la columna D.

El método del Paso 9 deberá emplearse solamente cuando no se cuente con datos producto de mediciones. Se da por supuesto que las emisiones de C_2F_6 representan aproximadamente 10% de las emisiones de CF_4.

PASO 9 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE C_2F_6

1 Anotar en la columna A de la hoja 9 la masa estimada de las Emisiones de CF_4 en gigagramos indicada en la columna D de la hoja 8.

2 Anotar en la columna B el factor de emisiones de C_2F_6 basado en las emisiones de CF_4 (0,1).

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las emisiones en gigagramos y anotar el resultado en la columna C.

PASO 10 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE NO_x, CO Y SO_2

1 Estimar la Cantidad de Aluminio Producido y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 10.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-21) en kg de gas por tonelada de aluminio producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de No_x, CO y SO_2 en kg y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de cada uno de esos gases, y anotar el resultado en la columna D.

PASO 11 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SF_6

1 Estimar el Consumo de SF_6 en las fundiciones de magnesio y de aluminio y anotar ese valor en toneladas en la columna A de la hoja 11.

2 Ese valor debe ser igual al de las Emisiones de SF_6. Anotar esa cifra en toneladas en la columna B.

3 Dividir la columna B por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos, y anotar el resultado en la columna C.

2.14 Industrias de la pulpa y papel

Introducción

La producción de la pulpa y papel incluye tres pasos principales: reducción a pulpa, blanqueo y producción de papel. El tipo de transformación en pulpa y la cantidad de decolorante utilizado depende del tipo de materia prima y de la calidad deseada del producto final.

Existen dos procesos principales: el método Kraft de reducción a pulpa (con sulfato), el empleado más corrientemente, y la reduccción a pulpa con sulfito. Éste último puede ser subdivido en: proceso con bisulfito y proceso semi-químico neutro con sulfito.

Fuentes de los datos

De no contarse con datos de emisión para sitios específicos, las estimaciones de las emisiones pueden basarse en la producción total anual de pulpa de papel seca. La producción debe desglosarse atendiendo al tipo de proceso: Kraft, bisulfito y sulfito neutro.

2.14.1 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO_2

En la Guía EMEP/CORINAIR aparece más información sobre las metodologías más sencillas.

TABLA 2-23
FACTORES DE EMISIÓN NO COMBUSTIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PULPA Y PAPEL
REDUCCIÓN A PULPA POR EL MÉTODO KRAFT
(KG/DE TONELADA DE PULPA DE PAPEL SECA)

Emisiones	Factor de Emisión (por defecto)	Factor de Emisión (gama de valores)
NO_x	1,5	0,017-1,5
COVDM	3,7	0,1-4,9
CO*	5,6	ND
SO_2	7	0,005-10

Ref: US EPA 1995,
ND = No disponible

FACTORES DE EMISIÓN

Los Factores de Emisión están basados en la producción de pulpa de papel secada al aire. Las emisiones de SO_2 en las fábricas nuevas pueden ser inferiores a las de las más antiguas (US EPA 1995).

Existen por lo menos cuatro tipos de procesos con bisulfito: los basados en el amonio (NH_3), los basados en el calcio (Ca), los basados en el magnesio (M_gO) y los basados en el sodio (Na) (US EPA, 1995). Los factores de emisión de US EPA, 1995 se presentan en la Tabla 2-24,

TABLA 2-24
FACTORES DE EMISIÓN NO COMBUSTIVOS PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE PULPA Y PAPEL
REDUCCIÓN A PULPA CON BISULFITO (KG/TONELADA DE PULPA DE PAPEL SECA)

Emisión	Tipo de proceso	Factor de Emisión (por defecto)	Factor de Emisión (gama de valores)
SO_2	NH_3, Ca, MgO y Na	30	8-50

2.14.2 Metodología detallada para la estimación de las emisiones de NO_x y SO_2

La metodología preferida supone el empleo de datos procedentes de mediciones continuas que estén disponibles para los NO_x y el SO_2. Esto es factible sólo en fábricas modernas en que hay un número limitado de puntos de medición que deben observarse. En la Guía EMEP/CORINAIR se presentan factores de emisión detallados relacionados con los diferentes procesos.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-12 - INDUSTRIAS DE PULPA Y PAPEL para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE NO_x, COVDM Y CO

1 Estimar la Cantidad de Pulpa de Papel Secada al Aire Producida anualmente correspondiente al proceso Kraft y anotar el resultado en toneladas en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-23), en kilogramos de NO_x, COVDM y CO por toneladas de pulpa de papel secada al aire.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de NO_x, COVDM y CO en kilogramos y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de NO_x, COVDM y CO y anotar esa cifra en la columna D.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO_2

1 Calcular la Cantidad de Pulpa de Papel Secada al Aire Producida anualmente en toneladas clasificándola atendiendo al proceso

empleado (Kraft y con bisulfito) y anotar las cifras en las casillas correspondientes de la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente (Tabla 2-23), en kilogramos de SO_2 por toneladas de pulpa de papel secada al aire.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de SO_2 en kilogramos y anotar el resultado en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de SO_2 y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D y anotar el resultado en la parte inferior de la columna para obtener el total de Emisiones de SO_2 .

2.15 Alimentos y bebidas

Introducción

La producción de bebidas alcohólicas, la panificación y la elaboración de otros productos alimenticios dan lugar a emisiones de COVDM.

Fuentes de los datos

Las estimaciones de las emisiones están basadas en la producción total anual del proceso de elaboración de cada alimento. Es necesario contar con estadísticas nacionales de producción de bebidas alcohólicas desglosadas por categorías, por lo menos para el vino, la cerveza y las bebidas alcohólicas. En la Standard Nomenclature for Air Pollution (SNAP) los números correspondientes a los alimentos y bebidas son: bebidas alcohólicas (40606 - 40608) y panificación y otros productos alimenticios (40605).

En el caso de la panificación y la producción de otros alimentos, son necesarias estadísticas de la producción nacional desglosadas en las categorías indicadas en la Tabla 2-26.

CARBONO BIOLÓGICO

En esta sección no se contabilizan las emisiones de dióxido de carbono que ocurren durante ciertas operaciones en la producción de alimentos y bebidas, incluida la extracción de aceite vegetal y la elaboración del tabaco. Esas emisiones pertenecen a la utilización del carbono biológico que, para los efectos de este capítulo, se considera que no da origen a emisiones netas de CO_2.

2.15.1 Metodología para estimar las emisiones de COVDM procedentes de las bebidas alcohólicas

Durante la elaboración de cereales y frutas en preparación para los procesos de fermentación ocurren emisiones de COVDM. Los Factores de Emisión indicados a continuación en la Tabla 2-25 se han tomado de la Guía EMEP/CORINAIR y están basados en la producción anual total para cada tipo de bebidas.

TABLA 2-25
FACTORES DE EMISIÓN PARA LOS COVDM PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS
(KG/HL DE BEBIDAS)

Bebida	Factor de Emisión
Vino	0,08
Vino tinto	0,08
Vino blanco	0,035
Cerveza	0,035
Bebidas alcohólicas (sin especificar)	15
Whisky de malta	15
Whisky de granos	7,5
Coñac	3,5
Nota: hl = 100 litros	

Los factores de emisión y las fuentes empleadas en esta sección son producto de estudios realizados en Europa. Deberán emplearse siempre los datos más específicos para la región, cuando estos existan. En otras partes del mundo podría haber diferentes procesos y factores de emisión. Se debe señalar que si se conocen las cifras correspondientes a los vinos tinto y blanco, y a las bebidas alcohólicas se debe emplear el factor de emisión específico.

2.15.2 Metodología para estimar las emisiones de COVDM procedentes de la panificación y la elaboración de otros alimentos

Las emisiones de COVDM tienen lugar durante el calentamiento de las grasas y aceites y de los productos alimenticios que los contienen, el horneado de cereales, harina y frijoles, la fermentación durante la panificación, la cocción de hortalizas y carnes, y el secado de residuos. La producción de alimentos está dividida en siete categorías, cada una de las cuales tiene su propio factor de emisión. En Tabla 2-26 se presentan los factores de emisión contenidos en la Guía EMEP/CORINAIR.

TABLA 2-26
FACTORES DE EMISIÓN PARA LOS COVDM PROCEDENTES DE LA PANIFICACIÓN Y LA ELABORACIÓN DE OTROS ALIMENTOS (KG/TONELADA)

Proceso de Producción de Alimentos	Factor de Emisión
Carne, pescado y aves	0,3
Azúcar	10
Margarina y grasas sólidas de cocina	10
Pasteles, bizcochos y cereales para el desayuno	1
Pan	8
Pienso para animales	1
Tostado del café	0,55

Los factores de emisión y las fuentes empleadas aquí se han derivado de estudios realizados en Europa. En otras partes del mundo podrían existir procesos y factores de emisión diferentes.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-13 - PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS

1 Estimar la Cantidad de Bebidas Alcohólicas Producidas anualmente en hectolitros (hl), desglosada atendiendo a las categorías de bebidas presentadas en la Tabla 2-25; anotar ese valor en la columna A de la hoja 1.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kilogramos de COVDM por hectolitro de bebida producida.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kilogramos y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de COVDM y anotar el resultado en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de emisiones de COVDM, y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DE LA PANIFICACIÓN Y LA ELABORACIÓN DE OTROS ALIMENTOS

1 Estimar la Cantidad Total de Alimentos Producidos anualmente, en toneladas, desglosada atendiendo a las categorías indicadas en la Tabla 2-26 para la elaboración de alimentos y anotar el resultado en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kilogramos de COVDM por tonelada de alimento producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de COVDM en kilogramos y anotar el producto en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de COVDM y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de COVDM y anotar el resultado en la parte inferior de esa columna.

2.16 Emisiones relacionadas con la producción de halocarburos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6)

Introducción

La liberación de materiales en la atmósfera puede ser resultado de emisiones secundarias durante la fabricación, o producto de emisiones fugitivas. Éstas son emisiones para las que no existen medidas de control o contención como, por ej., los escapes de una brida o una junta.

Fuentes de los datos

El tipo de datos necesario depende del nivel de esfuerzo que se ha de realizar y de la precisión necesaria. En el caso de la metodología más sencilla en que se utiliza un factor de emisión, las cifras de producción pueden obtenerse de los fabricantes de productos químicos. En el caso del método más detallado, es necesario contar con información sobre emisiones específicas.

2.16.1 Metodología para estimar las emisiones secundarias

Se estima que las emisiones de HFC-23 derivadas de la fabricación de HCFC-22 equivalen actualmente al 4% de la producción de HCFC-22 suponiendo que no se han adoptado medidas para su atenuación, aunque se han propuesto cifras inferiores.

Se puede emplear ese factor, o una cifra similar calculada tomando en cuenta las circunstancias particulares del país, para estimar las emisiones nacionales de HFC-23 procedentes de la producción total de HCFC-22 en el país (tanto el que podría escaparse como el utilizado como materia prima).

En el Manual de Referencia (Sección 2.16.1) se describe una metodología de Nivel 2 pero en este volumen no se presenta ninguna hoja de trabajo al respecto.

2.16.2 Metodología para estimar las emisiones fugitivas

Las emisiones fugitivas de una sustancia química pueden ocurrir tanto durante su producción como durante su distribución. En esta sección no se abordan las emisiones fugitivas relacionadas con la utilización de las sustancias que ya están incluidas en la sección relativa al consumo (véase la Sección 2.17). En el caso de los procesos relacionados con fluorocarburos, se ha estimado que las emisiones fugitivas representan aproximadamente el 0,5% de la producción total de cada compuesto (PNUMA, 1994).

Ese factor, o un valor similar derivado atendiendo a las circunstancias particulares del país, puede emplearse para estimar las emisiones fugitivas nacionales de cada tipo de HFC y PFC relacionados con la producción nacional.

En el Manual de Referencia (Sección 2.16.2) se describe una metodología de Nivel 2, pero no se han preparado hojas de trabajo al respecto.

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use la HOJA DE TRABAJO 2-14 - PRODUCCIÓN DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE - EMISIONES SECUNDARIAS DE HFC Y PFC para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

Se debe señalar que se presenta solamente un método de Nivel 1. Si se cuenta con los datos correspondientes, es preferible el método de Nivel 2 descrito *supra*.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC

1 Estimar el Total de Halocarburos Producidos anualmente en toneladas del halocarburo específico en cuestión y anotar el resultado en la columna A correspondiente.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kilogramos de HFC o PFC por toneladas de halocarburo.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de Halocarburos en kilogramos y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar el resultado en la columna D.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC

1 Estimar el Total de Halocarburos Producidos anualmente en toneladas del halocarburo específico en cuestión, anotando el resultado en la columna A correspondiente.

2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente, en kilogramos de HFC o PFC por toneladas de halocarburo producido.

3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de Halocarburos en kilogramos y anotar esa cifra en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^6 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar el resultado en la columna D.

2.17 Emisiones relacionadas con el consumo de halocarburos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6)

Introducción

EL PROTOCOLO DE MONTREAL

Los hidrocarburos parcial y totalmente fluorados, HFC y PFC, no están controlados por el Protocolo de Montreal ya que no contribuyen al agotamiento de la capa de ozono estratosférica.

Estas sustancias químicas (HFC, PFC, SF_6) son objeto de preocupación debido a su elevado potencial de calentamiento de la Tierra y a su largo período de permanencia en la atmósfera.

Las áreas de aplicación, actuales y previstas, de los HFC y PFC incluyen:

- refrigeración y aire acondicionado
- extinción de incendios y protección contra explosiones
- aerosoles
- limpieza con solventes
- soplado de espuma
- otras aplicaciones[1]

Los usos primarios de los SF_6 incluyen:

- conmutadores eléctricos con aislamiento de gas e interruptores automáticos
- extinción de incendios y protección contra explosiones
- otras aplicaciones[2]

[1] Los HFC y los PFC pueden ser utilizados en equipos de esterilización, en aplicaciones de expansión del tabaco, y como disolventes en la fabricación de adhesivos, revestimientos y tintas.

[2] El SF_6 puede ser utilizado como medio aislante, sustancia trazadora, en detectores de escapes y en diferentes aplicaciones electrónicas. En la Sección 2.13.6.1 aparecen más detalles sobre el consumo de SF_6 en las fundiciones de magnesio y aluminio.

En la Tabla 2-26 del *Manual de Referencia* se presenta un panorama general de los más importantes HFC y PFC, incluido su campo de aplicación y el potencial de calentamiento de la Tierra relativo al CO_2 (período de integración de 100 años).

Fuentes de los datos

El tipo de datos necesario depende del nivel de esfuerzo que se ha de realizar y de la precisión necesaria. Es necesario conocer por lo menos las cantidades de halocarburos y de SF_6 importados y exportados a granel, así como la producción nacional. Para el siguiente nivel, es necesario conocer las cantidades de esos materiales contenidos en los productos importados y exportados. Los datos sobre la producción y exportación de productos químicos a granel pueden obtenerse de las compañías productoras y/o de las estadísticas nacionales de producción. La información sobre la importación de sustancias químicas a granel y en los productos se puede obtener de los registros de las Aduanas. En algunos casos, los organismos nacionales de protección ambiental mantienen registros de los HFC/PFC destruidos, si corresponde.

HFC, PFC Y SF_6

Los HFC son sustancias químicas que contienen solamente hidrógeno, carbono y flúor. Los PFC son sustancias químicas que contienen solamente carbono y flúor. El SF_6 es un gas de efecto invernadero particularmente potente cuyo potencial de calentamiento de la Tierra durante 100 años se eleva a 23.900 y tiene una permanencia en la atmósfera estimada de unos 3.200 años.

Metodología general

En la metodología del Nivel 1 (a y b), las emisiones potenciales de una sustancia química determinada son iguales a la cantidad de sustancia química virgen consumida en el país menos la cantidad de sustancia química recuperada para su destrucción o exportada en el año objeto de estudio. Con el tiempo, todas las sustancias químicas consumidas escapan a la atmósfera si no son destruidas, y a largo plazo (por ej., 50 años), las emisiones potenciales serán iguales a las emisiones reales.

En la metodología de Nivel 2, en los cálculos de las emisiones reales se toma en cuenta el intervalo entre el consumo y la emisión, que puede ser considerable en algunos campos de aplicación, por ej., espumas de alvéolos cerrados, refrigeradores y equipos de extinción de incendios. Ese intervalo obedece al hecho de que una sustancia química se coloca en nuevos productos y con el tiempo se escapa lentamente.

Las estimaciones de las emisiones reales son las más exactas por lo que respecta a las emisiones de años específicos, siempre y cuando se cuente con la información necesaria para su cálculo. De no contarse con los datos esenciales, los cálculos de las emisiones potenciales representan un método más sencillo para lograr estimados razonables de las emisiones.

Los procedimientos descritos a continuación para los HFC/PFC son aplicables también al SF_6.

EMISIONES POTENCIALES Y REALES

Las emisiones de procesos industriales pueden estimarse de dos maneras; como emisiones potenciales, Nivel 1 (a y b), y como emisiones reales, Nivel 2. La metodología del Nivel 1b es preferible a la del Nivel 1a.

2.17.1 Metodología para estimar las emisiones de Nivel 1a y de Nivel 1b

Como el consumo neto de una sustancia química es igual a la suma de la producción y las importaciones una vez restadas las exportaciones, la fórmula de cálculo para el método básico (Nivel 1) es la siguiente:

> Emisiones potenciales = Producción + Importaciones - Exportaciones - Destrucción

Las emisiones secundarias que ocurren durante la producción de HFC/PFC y las emisiones fugitivas relacionadas con la producción y distribución deben calcularse por separado, como se describe en la Sección 2.16.

La producción se refiere a la producción de nuevas sustancias químicas solamente y no al reprocesamiento del fluido recuperado.

Hay dos versiones de la metodología de Nivel 1 (a y b) dependiendo de si se toman en cuenta los HFC/PFC en los productos. Se presentan dos versiones porque es de esperar que en muchos países podría haber dificultades para obtener los datos para las importaciones y exportaciones de HFC/PFC en los productos, por lo menos a corto plazo. La metodología de Nivel 1b es preferible si se cuenta con los datos correspondientes.

Nivel 1a

REFRIGERACIÓN, EXTINTORES DE INCENDIOS Y DISOLVENTES

Las unidades de refrigeración, los extintores de incendios y los disolventes contienen generalmente mezclas de HFC/PFC. La fracción de cada sustancia química debe considerarse por separado. Las unidades de refrigeración incluyen: refrigeradores, congeladores, unidades de aire acondicionado de ventana, unidades divididas, congeladores, etc.

En el Nivel 1a, en el cálculo de las emisiones potenciales se consideran solamente las sustancias químicas importadas o exportadas a granel. Se aplican las siguientes definiciones:

> Importaciones = HFC/PFC importados a granel
> Exportaciones = HFC/PFC exportados a granel

La aplicación del método del Nivel 1a podría conducir a subestimar o sobrevalorar las posibles emisiones, dependiendo de si la mayoría de los productos que contienen HFC/PFC son importados o exportados.

Nivel 1b

PRODUCTOS A BASE DE ESPUMAS

En esta categoría están incluidas las espumas, aislantes o no, en diversos productos como refrigeradores, paneles aislantes, espumas moldeadas in situ, asientos de auto para bebés, muebles, ropa de cama, material de embalaje, etc.

El método del Nivel 1b es una extensión del correspondiente al Nivel 1a e incluye los HFC/PFC contenidos en diversos productos importados y exportados. Se aplican las siguientes definiciones:

Importaciones	= Sustancia química importada a granel + cantidad de sustancia química importada en productos que contienen HFC/PFC
Exportaciones	= Sustancia química exportada a granel + cantidad de sustancia química exportada en productos que contienen HFC/PFC

Deberán considerarse los siguientes tipos de productos:

- unidades de refrigeración y aire acondicionado
- productos a base de espumas
- extintores de incendios
- disolventes
- latas de aerosol

En la mayoría de estos artículos se emplean mezclas de halocarburos que deben evaluarse por separado ya que su potencial de calentamiento atmosférico varía considerablemente.

2.17.2 Nivel 2: Metodología avanzada para la estimación de emisiones

El método avanzado, de Nivel 2, contiene *los cálculos de las emisiones reales para cada sustancia química.* Éste es el método preferido si se cuenta con los datos necesarios para el cálculo. Se recomienda establecer rutinas para notificar las emisiones de HFC/PFC de acuerdo con el método del Nivel 2.

Para utilizar esta metodología se debe emplear el método de "abajo arriba" o el de "arriba abajo". En el método de "abajo arriba", se calcula o se estima el consumo de cada HFC y PFC atendiendo al número de equipos o de usos a un nivel detallado, por ej., refrigeradores, otros equipos fijos de refrigeración y aire acondicionado, espuma flexible, espuma rígida, etc., para establecer el volumen que sirva de base para el cálculo de las emisiones. En el método de "arriba-abajo" las emisiones se estiman sobre la base de la distribución del consumo y las características de emisión relacionadas con los diferentes procesos y equipos, tomando en cuenta también las prácticas corrientes de servicio y recuperación.

En la Tabla 2-27 se presentan ejemplos de la distribución actual del uso de HFC/PFC en diferentes campos de aplicación en algunos países. Como los HFC y PFC han hecho su aparición en el mercado sólo recientemente, el tamaño relativo de cada campo variará con el tiempo y deberá ser actualizado.

TABLA 2-27
EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE HFC/PFC POR CAMPO DE APLICACIÓN (1994)

País	Refrigeración y aire acondicionado	Soplado de espuma	Solvente	Extintores de incendios	Propulsor de aerosoles	Otras aplicaciones
Noruega	99%	<1%	0%	<1%	0%	0%
Suecia	90%	5%	0%	0%	5%	0%
Reino Unido	76%	12%	0%	7%	5%	0%

Las fuentes se citan en el *Manual de Referencia* de las *Directrices del IPCC revisadas en 1996 para los inventarios de los gases de efecto invernadero.*

En cualquier campo de aplicación pueden emplearse varios tipos de fluido HFC/PFC. Deberán recogerse o estimarse las cifras de consumo, y deberá determinarse el tipo de HFC/PFC utilizado.

A) Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado

A los efectos de la estimación de las emisiones, los sistemas de refrigeración y aire acondicionado se clasifican en tres categorías, atendiendo a sus características emisivas:

i) Refrigeradores y congeladores domésticos;

ii) Otros equipos fijos de refrigeración y aire acondicionado, incluidos:

- almacenes frigoríficos;
- refrigeración de alimentos para la venta al por menor;
- refrigeración de procesos industriales;
- aparatos comerciales e industriales tales como: máquinas expendedoras refrigeradas, máquinas para venta de hielo, deshumidificadores y fuentes de agua fría;
- transporte refrigerado, incluidos los camiones, trenes y barcos con compartimientos refrigerados; y
- equipos comerciales y residenciales de aire acondicionado, incluidos congeladores, bombas de calor, equipos de aire acondicionado de ventana, y equipos centrales de aire acondicionado.

iii) Equipos móviles de aire acondicionado para automóviles de pasajeros, camiones, autobuses y trenes.

USO DE HFC EN REFRIGERANTES

El HFC-134a es el principal fluorocarburo substituto del CFC-12 en muchas aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado incluidos los refrigeradores, congeladores y equipos móviles de aire acondicionado. Otros HFC pueden ser utilizados también en aplicaciones de refrigeración, sobre todo como componentes de mezclas. Los mismos incluyen HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-143a, y HFC-152a.

A continuación se presentan métodos para estimar las tasas medias de emisión para los sectores mencionados *supra*.

UTILIZACIÓN DE PFC EN REFRIGERANTES

El PFC-218 se utiliza como componente de las mezclas refrigerantes. El PFC-116 puede ser utilizado en una mezcla como substituto del R-503.

La *cantidad de refrigerante emitido durante el ensamblaje del sistema* está relacionada con la cantidad cargada atendiendo a la siguiente fórmula empírica:

ECUACIÓN 1

$$E_{ensamblaje,\ t} = E_{cargado,\ t} \bullet (k/100)$$

en la cual:

$E_{ensamblaje,\ t}$ = emisiones durante la fabricación/montaje del sistema en el año *t*

$E_{cargado,\ t}$ = cantidad de refrigerante cargado en nuevos sistemas en el año *t*

k = pérdidas durante el ensamblaje expresadas como porcentaje de la cantidad cargada

La cantidad cargada ($E_{cargada,\ t}$) debe incluir todos los sistemas que son cargados en el país, incluidos los destinados a la exportación. No deberán tomarse en cuenta los sistemas que son importados precargados.

Las *Fugas anuales de las existencias,* incluida la ventilación durante el servicio se calcula con la :

ECUACIÓN 2

$$E_{\text{operación, t}} = E_{\text{existencias, t}} \bullet (x/100)$$

en la cual:

$E_{\text{operación, t}}$	=	emisiones de HFC/PFC durante la operación del sistema en el año *t*
$E_{\text{existencias, t}}$	=	cantidad de HFC/PFC almacenada en los sistemas existentes en el año *t*
x	=	tasa anual de fugas expresada como porcentaje del total de HFC/PFC cargado en las existencias, en porcentaje.

A la hora de calcular el "banco" de refrigerante ($E_{\text{existencias, t}}$) deberán tomarse en cuenta todos los sistemas en operación en el país (de producción nacional e importados).

La cantidad de refrigerante que escapa de los sistemas desechados depende de la cantidad de refrigerante remanente en el momento de su eliminación, y de la porción recuperada.

Para estimar las emisiones en el momento de la eliminación del sistema, se aplica la siguiente fórmula de cálculo:

ECUACIÓN 3

$$E_{\text{eliminación, t}} = Ei_{\text{carga, (t - n)}} \bullet (y/100) \bullet (100 - z)/100$$

o

$$E_{\text{eliminación, t}} = Ei_{\text{carga, (t - n)}} \bullet Q$$

en la cual:

$E_{\text{eliminación, t}}$	=	cantidad de emisiones de HFC/PFC en el momento de la eliminación del sistema en el año *t*
$Ei_{\text{carga; (t-n)}}$	=	cantidad de HFC/PFC cargada inicialmente en los nuevos sistemas instalados en el año (*t-n*)
n	=	vida útil media del equipo, en años
y	=	cantidad de HFC/PFC en los sistemas en el momento de su eliminación, como porcentaje de la carga inicial
z	=	cantidad de HFC/PFC recuperado expresado como porcentaje de la carga real ("eficiencia de recuperación"), en porcentaje
Q	=	emisiones de HFC/PFC cuando el sistema se elimina, expresadas como porcentaje de la cantidad de sustancia química originalmente cargada en el sistema, en porcentaje (Q = y(100-z)/100)

A la hora de estimar la cantidad de refrigerante cargado originalmente en los sistemas ($E_{i,\ cargado\ (t-n)}$), deberán tomarse en cuenta tanto los sistemas cargados en el país (para el mercado interno) como los sistemas importados ya cargados. En el caso de los sistemas destinados a la exportación no deberá tomarse en cuenta la primera carga. Por ejemplo, para el cálculo de las emisiones para 1995 de equipos que tienen una vida útil de 15 años, es necesario contar con información sobre la cantidad de HFC/PFC cargados en 1980 (1995-15). Para determinar el total de emisiones en el año *t* se suman las emisiones durante el ensamblaje, durante los años que estuvieron en operación y en el momento de su eliminación:

ECUACIÓN 4

$$E_{total,\ t} = E_{ensamblaje,\ t} + E_{operación,\ t} + E_{eliminación,\ t}$$

En la Sección 2.17.4.2 del *Manual de Referencia* aparece más información sobre los métodos de "arriba abajo" y de "abajo arriba", así como sobre la derivación de los factores utilizados en las Ecuaciones 1 a 4,

i) Refrigeradores y congeladores domésticos

DATOS DE ACTIVIDAD DE REFRIGERANTES

Por lo general se cuenta con estimaciones razonables del número de refrigeradores y congeladores fabricados, así como del número de unidades importadas y exportadas. La cantidad de refrigerante almacenada en las existencias puede calcularse multiplicando el número de unidades por el volumen medio de carga.

TABLA 2-28
PARÁMETROS DE CÁLCULO PARA LOS REFRIGERADORES Y CONGELADORES DOMÉSTICOS

Parámetro	Definición	Valor por defecto	Comentario
k	pérdidas durante el ensamblaje en % de la cantidad cargada	2%	gama de valores: 2-5%
x	tasa anual de fugas como % de la carga total de HFC/PFC en las existencias	1%	
n	vida útil media del equipo	15 años	
y	cantidad de HFC/PFC en los sistemas en el momento de su eliminación como porcentaje de la carga inicial	90%	
z	cantidad de HFC/PFC recuperado como porcentaje de la carga real ("eficiencia de recuperación")	50%	0% si no hubiera prácticas de recuperación

Esos valores son típicos para los países industrializados y podrían ser diferentes en los países en desarrollo.

ii) Otros equipos fijos de refrigeración y aire acondicionado

TABLA 2-29
PARÁMETROS DE CÁLCULO PARA OTROS EQUIPOS FIJOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Parámetro	Definición	Valor por defecto	Comentario
k	perdidas durante el ensamblaje expresadas como porcentaje de la cantidad cargada	2-5%	2-3% para los construidos en fábricas 4-5% para los construidos sobre el terreno
x	tasa anual de fugas como porcentaje de la carga total de HFC/PFC en las existencias	17%	3% si se utilizan válvulas y accesorios de montaje mejorados
n	vida útil media del equipo	15 años	
y	cantidad de HFC/PFC en los sistemas en el momento de su eliminación expresada como porcentaje de la carga inicial	90%	
z	cantidad de HFC/PFC recuperada expresada como porcentaje de la carga real ("eficiencia de recuperación")	0%	80% si se utilizan prácticas de recuperación

La carga de refrigerante puede variar considerablemente, dependiendo del tamaño y del diseño del sistema. La gama de valores siguiente indica los órdenes de magnitud.

- Aire acondicionado residencial: 2 a 3 kg
- Refrigeración de transportes: 8 kg
- Refrigeración de alimentos al por menor: 10 a 230 kg
- Congeladores: 75 a 900 kg
- Refrigeración de procesos industriales: 340 a 9100 kg
- Aparatos comerciales e industriales: 0,10 a 0,50 kg

Para aplicar el método de abajo arriba, es necesario contar con valores medios fiables para los volúmenes de carga del sistema en cada país a fin de llegar a estimaciones útiles.

iii) Equipos móviles de aire acondicionado (MAC)

TABLA 2-30
PARÁMETROS DE CÁLCULO PARA LOS EQUIPOS MÓVILES DE AIRE ACONDICIONADO

Parámetro	Definición	Valor por defecto	Comentario
k	pérdidas durante el ensamblaje como porcentaje de la cantidad cargada	4-5%	
x	tasa anual de fugas expresada como porcentaje de la carga total de HFC/PFC en las existencias	30%	10% con juntas y mangueras mejoradas
n	vida útil media del equipo	12 años	11 años (autos pequeños) a 15 años (camiones)
y	cantidad de HFC/PFC en los sistemas en el momento de su eliminación, expresada como porcentaje de la carga inicial	75%	
z	cantidad de HFC/PFC recuperado, expresada como porcentaje de la carga real ("eficiencia de recuperación")	0%	80% si se emplean prácticas de recuperación

Las cargas típicas de refrigerante en los equipos móviles de aire acondicionado son de 1,2 kg/unidad en el caso de los autos y de 1,5 kg/unidad en el de los camiones. Los equipos móviles de los autos nuevos pueden tener una carga inferior, por ej., 800 g, cifra típica para los autos de pasajeros japoneses.

B) Soplado de espuma

i) Espumas de alvéolos abiertos

La fabricación de espumas esponjosas de alvéolos abiertos dan lugar a emisiones de HFC y PFC, que representan el 100% de la cantidad total del producto químico utilizado como agente para el soplado. Como resultado de ello, las emisiones totales de HFC o PFC en el año *t* correspondientes a las espumas de alvéolos abiertos pueden calcularse de la manera siguiente:

Emisiones de HFC o PFC en el año *t* = 100% de la cantidad de HFC o PFC vendida para el soplado de espuma de alvéolos abiertos en el año *t*

ii) Espuma de alvéolos cerrados

En el caso de las espumas de alvéolos cerrados, se libera solamente un 10% del agente de soplado durante el soplado de la espuma, ya que el resto del producto químico está contenido en el aislamiento. La cantidad que permanece en la espuma se libera lentamente durante su vida útil, que oscila entre 20 y 25 años. Por consiguiente, las emisiones de HFC o PFC procedentes de la espuma aislante en el año *t* se calculan de la manera siguiente:

Emisiones de HFC o PFC en el año *t*
=
10% de la cantidad total de HFC o PFC utilizada en la fabricación de nueva espuma aislante en el año *t*
+
4,5% de la cantidad de la carga original de HFC o PFC soplada en la espuma aislante fabricada entre el año *t* y el año *t*-20

La cantidad total de HFC o PFC contenida en las existencias actuales de espuma aislante puede calcularse como el producto de la cantidad total de espuma aislante en uso en el año *t* y la carga media del producto químico contenida en cada tonelada de espuma aislante instalada.

Si se toman medidas para controlar las emisiones procedentes del soplado de la espuma mediante reciclado o control de fugas podría ser necesario aplicar otra formula. Véase el *Manual de Referencia*, Sección 2.17.4.3.

C) Extintores de incendios

El total de las emisiones de halones puede estimarse como el 60% del total del halón 1211 contenido en los nuevos extintores de incendios portátiles instalados cada año, y como el 35% del total del halón 1301 contenido en los nuevos equipos de extinción de incendios por saturación instalados cada año. Las cantidades restantes del producto químico, 40% en el caso de los extintores de incendios portátiles y 65% en el de los extintores por saturación, respectivamente, se viene a añadir a las existencias de productos químicos para extinción de incendios. A medida que se reemplazan los halones, se pueden calcular las emisiones de HFC y PFC como sigue:

UTILIZACIÓN DE HFC Y PFC EN LOS EXTINTORES DE INCENDIOS

Los HFC y PFC son posibles substitutos del Halón 1211 en los extintores de incendios portátiles y del Halón 1301 en los sistemas fijos de extinción de incendio por saturación. Los posibles sustitutos incluyen: HFC-23, HFC-125, HFC-227ea, PFC-410, y PFC-614,

Emisiones de HFC o PFC en el año *t*
=
60% de la cantidad total de HFC o PFC utilizados en nuevos equipos portátiles de extinción de incendios a base de halocarburos instalados durante el año *t*

UTILIZACIÓN DE SF_6 EN EXTINTORES DE INCENDIOS

Algunos de los nuevos substitutos de los halones en los extintores de incendios contienen hexafluoruro de azufre, SF_6, probablemente mezclado con HFC. Si los productos contienen SF_6, éste se escapa a la atmósfera al igual que los HFC o PFC. Por consiguiente, las ecuaciones para la estimación de las emisiones de HFC y PFC procedentes de los equipos de extinción de incendios son también válidas para el SF_6, ya que tienen que ser ajustadas para tomar en cuenta la proporción del SF_6 en la mezcla original. Las emisiones de SF_6 se calculan atendiendo a la proporción de esa sustancia química en la mezcla.

Asimismo, las emisiones en el año *t* correspondientes a los equipos de extinción por saturación pueden calcularse así:

> Emisiones de HFC o PFC en el año *t*
> =
> 35% de la cantidad total de HFC o PFC utilizados en nuevos equipos fijos de extinción de incendios a base de halocarburos instalados en el año *t*

D) Aerosoles

Las emisiones procedentes de los aerosoles se modelan atendiendo a la ecuación siguiente:

> Emisiones de HFC en el año *t*
> =
> 50% de la cantidad de HFC contenidos en los aerosoles vendidos en el año *t*
> +
> 50% de la cantidad de HFC contenida en los aerosoles vendidos en el año *t*-1

Ese cálculo da cuenta del lapso de seis meses desde la compra hasta su uso.

E) Disolventes

UTILIZACIÓN DE HFC Y PFC COMO DISOLVENTES

Los HFC y PFC pueden emplearse como sustitutos del CFC-113 en aplicaciones como limpieza de metales, electrónica, y limpieza de equipos de precisión, así como para sustituir los aerosoles limpiadores. Los compuestos que pueden utilizarse incluyen: HFC-43-10, PFC-614, PFC-512, PFC-612, PFC-716, y PFC-819,

Las sustancias químicas empleadas como agentes limpiadores se emiten durante su utilización, o poco después, y generalmente representan 100% del total utilizado. En esta metodología se da por supuesto que los disolventes, en promedio, se utilizan dentro de los seis meses posteriores a su venta.

> Emisiones de HFC o PFC en el año *t*
> =
> 50% de la cantidad de HFC o PFC
> vendidos para su uso en aplicaciones como disolventes en el año *t*
> +
> 50% de la cantidad de HFC
> vendidos para su uso en aplicaciones como disolventes en el año *t*-1

F) Otras aplicaciones

OTROS USOS DE LOS HFC Y PFC

Otras aplicaciones en que los HFC y los PFC pueden sustituir al CFC y al HCFC incluyen los equipos de esterilización, las aplicaciones de expansión del tabaco, y como disolventes en la fabricación de adhesivos, revestimientos y tintas. Los compuestos específicos incluyen: HFC-125, HFC-134a, y HFC-227 ea.

Por lo que respecta a otras aplicaciones, se da por supuesto que todos los HFC y PFC se liberan en un plazo de 6 meses después de su producción. Las emisiones en el año *t* pueden calcularse de la manera siguiente:

> Emisiones de HFC o PFC en el año *t*
> =
> 50% de la cantidad de HFC/PFC vendidos para otras aplicaciones en el año *t*
> +
> 50% de la cantidad de HFC/PFC vendidos en el año *t*-1

Emisiones de hexafluoruro de azufre (SF_6)

El SF_6 se emplea como medio aislante en equipos eléctricos de alta tensión, tales como conmutadores eléctricos con aislamiento de gas (GIS) e interruptores automáticos.

La utilización de SF_6 en la producción de aluminio y de magnesio se aborda en el *Manual de Referencia*, Sección 2.13.8.

Se puede dar por supuesto que las emisiones anuales totales del SF_6 utilizado en conmutadores eléctricos con aislamiento de gas y en interruptores automáticos representan aproximadamente un 1% de la cantidad total de SF_6 contenida en los equipos. Por otra parte, si se da por supuesto que esos equipos eléctricos tienen una vida útil de 30 años, se deduce que un 70% del SF_6 permanecerá en el equipo una vez retirado y se escapará más tarde cuando se proceda a su eliminación. Por lo tanto, el total de las emisiones correspondientes a esos equipos puede calcularse como sigue:

Emisiones de SF_6 en el año *t*
=
1% de la carga total de SF_6 contenida en los equipos existente en el año *t*
+
70% de la cantidad de equipo fabricado en el año *t*-30

Cómo llenar la Hoja de trabajo

Use las HOJAS DE TRABAJO 2-15 - CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE - NIVEL 1a Y NIVEL 1b para anotar los datos correspondientes a este submódulo. Cada módulo individual deberá evaluarse por separado.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

PASO 1 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - NIVEL 1a Y NIVEL 1b

1 Estimar la Cantidad de Halocarburos Producidos anualmente en toneladas del halocarburo específico en cuestión y anotar el resultado en la columna A de la hoja 1.

2 Estimar el Total Anual de Halocarburo Importado y Exportado a Granel en el país, en toneladas del halocarburo específico en cuestión, y anotar esos valores en las columnas B y C, respectivamente.

3 Estimar el Total Anual de Halocarburo Destruido en toneladas del halocarburo específico en cuestión que fue destruido y anotar el resultado en la columna D.

4 Sumar las columnas A y B, restar la columna C, restar la columna D y anotar el resultado en la columna E; esta cifra representa las Emisiones Potenciales de Halocarburos a Granel.

PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - NIVEL 1b

1 Estimar el Total Anual de Unidades Importadas (cifras positivas) o Exportadas (cifras negativas) de los diferentes tipos de productos que contengan el halocarburo específico en cuestión, y anotar los resultados en la columna F.

2 Estimar la Cantidad Total de Material por Unidad para cada tipo de producto en kg y la fracción de halocarburo en el material (en porcentaje) del halocarburo en cuestión y anotar los resultados en las columnas G y H, respectivamente.

3 Multiplicar las columnas F, G y H para calcular los kg de cada halocarburo, convertir en toneladas dividiendo por 10^3 para obtener las Emisiones Potenciales de Halocarburo en los Productos, y anotar esa cifra en la columna I.

4 Sumar las cifras de la columna I para obtener el total de las Emisiones Potenciales de Halocarburos en los Productos, y anotar el resultado en la casilla inferior de esa columna.

PASO 3 RESUMEN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - NIVEL 1a Y NIVEL 1b

1 Anotar los totales de las columnas E e I en las columnas apropiadas J y K, respectivamente; sumar esas dos columnas y anotar el resultado en la columna L.

2 Dividir la columna L por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar en la columna M esa cifra, que corresponde al total de Emisiones Potenciales de Halocarburos.

HOJA DE TRABAJO

Puede emplearse la misma hoja de trabajo para los refrigeradores y los congeladores domésticos, otros equipos fijos de refrigeración y de aire acondicionado y los equipos móviles de aire acondicionado. Cada una de las hojas de trabajo deberá duplicarse para dar cuenta de cada HFC y PFC objeto de evaluación.

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - ENSAMBLAJE DE REFRIGERADORES NIVEL 2

1 Estimar la Cantidad en toneladas de HFC/PFC Cargada en los Nuevos Sistemas en el Año t (año del inventario) y anotar la cifra en la columna A de la hoja 4.

2 Anotar en la columna B el valor correspondiente de *k* Pérdidas durante el Ensamblaje respecto de la cantidad cargada, expresada como porcentaje.

3 Multiplicar la columna A por la columna B (véase la Ecuación 1), y anotar el producto en la columna C.

4 Dividir el resultado de la columna C por 10^3 y anotar el resultado en la columna D.

PASO 5 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN - NIVEL 2

1 Estimar la Cantidad de HFC/PFC Almacenada en los Sistemas Existentes en el año *t* (año del inventario), en toneladas, y anotar el resultado en la columna E.

2 Anotar en la columna F el valor correspondiente de *x*, Tasa Anual de Fugas, expresada como porcentaje.

3 Estimar las Emisiones de Halocarburo en toneladas empleando la Ecuación 2, como se indica en la Columna G. Anotar esa cifra en la columna G.

4 Dividir el resultado de la columna G por 10^3 y anotar el resultado en la columna H.

PASO 6 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - ELIMINACIÓN DE REFRIGERADORES - NIVEL 2

1 Estimar la Cantidad total de HFC/PFC Cargados en Nuevos Sistemas en el año *t*-n y anotar el resultado en toneladas en la columna I.

2 Anotar en la columna J los valores correspondientes de *n*, Vida Útil Media del Equipo en años.

3 Anotar en la columna K los valores correspondientes de *y*, Cantidad de HFC/PFC en los Sistemas en el Momento de su Eliminación, expresada como porcentaje de la Carga Original.

4 Anotar en la columna L los valores correspondientes de *z*, Cantidad de HFC/PFC Recuperada expresada como Porcentaje de la Carga Real.

5 Calcular las Emisiones de Halocarburos ocurridas durante la eliminación empleando la Ecuación 3 como se indica en la Columna M. Anotar esa cifra en la columna M.

6 Dividir la cifra de la columna M por 10^3 y anotar el resultado en la columna N.

PASO 7 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC - RESUMEN - NIVEL 2

1 Transferir a las columnas O, P y Q las sumas de las columnas D, H y N correspondientes a las emisiones ocurridas durante el Ensamblaje, Funcionamiento y Eliminación, respectivamente.

2 Sumar las cifras de las columnas O, P y Q y anotar el resultado en la columna R, que representa el Total de Emisiones de Halocarburos.

PASO 8 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC Y PFC PROCEDENTES DE PRODUCTOS DE ESPUMA - NIVEL 2

En esta hoja de trabajo se incluyen tanto las espumas de alvéolos abiertos como las de alvéolos cerrados. Deberá duplicarse cada una de las hojas de trabajo para cada HFC y PFC objeto de evaluación.

UTILIZACIÓN DE LOS HFC Y HCFC EN LAS ESPUMAS

Los HFC son posibles sustitutos de los CFC y HCFC en la fabricación de espumas aislantes, almohadillado y embalajes. Los compuestos específicos que pueden utilizarse incluyen: HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, y HFC-152a.

Espumas de alvéolos abiertos

1 Estimar la Cantidad de HFC/PFC Utilizados en las espumas de alvéolos abiertos en el año objeto de estudio, en toneladas, y anotar el resultado en la columna A de la hoja 8.

2 Anotar en la columna C la Fracción Perdida durante la Producción correspondiente a la espuma de alvéolos abiertos expresada como porcentaje (100% si no hubiera recuperación).

3 Calcular las Emisiones de HFC/PFC durante la producción multiplicando la columna A por la columna C y anotar el resultado en toneladas en la columna E.

4 Dividir la columna E por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar esa cifra en la columna F.

RECICLADO

Un 55% de los HFC o PFC empleados como agentes de soplado en la fabricación de espumas de alvéolos abiertos podrían ser reciclados. Si se reciclan, las emisiones totales procedentes de la fabricación de espuma de alvéolos abiertos seguirían representando el 100% del producto químico *vendido* para fines de soplado. Sin embargo, la cantidad necesaria se vería reducida ya que el gas empleado en el proceso de soplado será una mezcla de 45% de producto virgen y 55% de producto reciclado.

Espuma de alvéolos cerrados

1 Estimar la Cantidad de HFC/PFC Utilizados en la espuma de alvéolos cerrados para el año objeto de estudio, en toneladas, y anotarla en la columna A.

2 Estimar la Cantidad de HFC/PFC en Uso contenida en las existencias de espuma aislante para el año objeto de estudio en toneladas y anotar ese valor en la columna B.

3 Anotar en la columna C la Fracción Perdida durante la Producción (célula cerrada) expresada en porcentaje (100% si no hubiera recuperación).

4 Anotar en la columna D la Fracción Perdida durante la Utilización expresada como porcentaje.

5 Multiplicar la columna A por la columna C y sumar el producto al resultado de multiplicar la columna B por la columna D. Anotar el producto en toneladas en la columna E.

6 Dividir la columna E por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar esa cifra en la columna F.

PASO 9 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC, PFC Y SF6 PROCEDENTES DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS - NIVEL 2

Extintores de incendios portátiles y fijos

1 Estimar la Cantidad Total de HFC/PFC/SF_6 Utilizados en Nuevos Extintores, desglosada por sistemas portátiles y fijos, para el año objeto de estudio y anotar esa cifra en toneladas en la columna A.

2 Anotar en la columna B el Factor de Pérdida Fraccional correspondiente a los extintores de incendios portátiles y fijos, expresado como porcentaje.

3 Calcular las Emisiones de HFC/PFC/SF_6 multiplicando la columna A por la columna B y anotar el resultado, en toneladas, en la columna C.

4 Dividir la columna C por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC, PFC o SF_6 y anotar esa cifra en la columna D.

5 Sumar los valores en la columna D para obtener el Total de Emisiones de HFC/PFC/SF_6 y anotar el resultado en la parte inferior de la columna.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.
- Cada hoja de trabajo deberá duplicarse para dar cuenta de cada HFC, PFC y SF_6 objeto de evaluación.

PASO 10 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC, PFC Y SF_6 DE LOS AEROSOLES - NIVEL 2

1 Estimar la Utilización de HFC o PFC en los Aerosoles en el Año de Inventario, y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 10.

2 Estimar la Utilización de HFC/PFC en los Aerosoles en el Año Anterior en toneladas y anotar esa cifra en la columna B.

3 Anotar en la columna C el factor correspondiente para la Pérdida de Uso en el Año en Curso para el año del inventario en porcentaje dividido por 100. Se puede emplear 0,5 como valor por defecto.

4 Calcular las Emisiones de HFC/PFC procedentes de los Aerosoles multiplicando la columna A por la columna C y añadiendo el producto al resultado de multiplicar la columna B por (1-columna C). Anotar el resultado en la columna D.

5 Dividir la columna D por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar esa cifra en la columna E.

UTILIZACIÓN DE HFC EN AEROSOLES

Los HFC pueden ser utilizados como sustitutos de los CFC en los propulsores de aerosoles, en aplicaciones industriales y técnicas, y en productos domésticos, médicos y para el aseo personal. Los HFC que pueden ser utilizados incluyen: HFC-125, HFC-134a, 152a, y HFC-227ea.

PASO 11 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC, PFC Y SF_6 PROCEDENTES DE LOS DISOLVENTES - NIVEL 2

1 Estimar la Utilización de HFC o PFC en Disolventes en el Año de Inventario, y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 11.

2 Estimar la Utilización de HFC/PFC en Disolventes en el Año Anterior y anotar esa cifra en toneladas en la columna B.

3 Anotar el factor correspondiente para a Pérdida de Uso en el Año en Curso para el año objeto de estudio en la columna C expresado en porcentaje dividido por 100. Puede emplearse 0,5 como valor por defecto.

4 Calcular las Emisiones de HFC/PFC procedentes de Disolventes multiplicando la columna A por la columna C y añadiendo el producto al resultado de multiplicar la columna B por (1-columna C). Anotar la cifra correspondiente en la columna D.

5 Dividir la columna D por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar el resultado en la columna E.

PASO 12 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE HFC, PFC Y SF_6 PROCEDENTES DE OTRAS APLICACIONES - NIVEL 2

1 Estimar la Utilización de HFC o PFC en Otras Aplicaciones en el Año del Inventario, y anotar esa cifra en toneladas en la columna A de la hoja 12.

2 Estimar la Utilización de HFC/PFC en Otras Aplicaciones en el Año Anterior y anotar esa cifra en toneladas en la columna B.

3 Anotar en la columna C el factor correspondiente para la Pérdida de Uso en el Año en Curso para el año objeto de estudio, expresado como porcentaje dividido por 100. Puede emplearse 0,5 como valor por defecto.

4 Calcular la Emisión de HFC/PFC procedentes de Otras Aplicaciones multiplicando la columna A por la columna C y sumando el producto al resultado de multiplicar la columna B por (1-columna C). Anotar la cifra correspondiente en la columna D.

5 Dividir la columna D por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de HFC o PFC y anotar el resultado en la columna E.

PASO 13 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SF_6

Esta hoja de trabajo se emplea para el SF_6 utilizado en los conmutadores eléctricos con aislamiento de gas (GIS) y los interruptores automáticos.

1 Estimar la Cantidad de SF_6 en Uso en el Año del Inventario, en los conmutadores eléctricos con aislamiento de gas y en los interruptores automáticos y anotar esa cifra en toneladas en la columna A.

2 Anotar en la columna B el correspondiente Factor de Pérdida para el SF_6 en Uso en el año objeto de estudio, expresado como porcentaje dividido por 100,

3 Estimar la Cantidad de SF_6 en Uso 30 años Antes del Año del Inventario en los conmutadores eléctricos con aislamiento de gas y en los interruptores automáticos y anotar esa cifra en toneladas en la columna C.

4 Anotar en la columna D la Fracción de SF_6 Remanente en los Equipos en el Momento de su Eliminación, expresada como porcentaje dividido por 100.

5 Calcular las Emisiones de SF_6 multiplicando la columna A por la columna B, y sumando el producto al resultado de multiplicar la columna C por la columna D. Anotar la cifra correspondiente en la columna E.

6 Dividir la columna E por 10^3 para realizar la conversión a unidades de gigagramos de Emisiones de SF_6 y anotar el resultado en la columna F.

DATOS DE ACTIVIDAD PARA EL SF_6

La carga total de SF_6 contenida en los equipos puede estimarse como el producto del número total de equipos en operación y el volumen de la carga típica. Los volúmenes de carga para los conmutadores eléctricos con aislamiento de gas con carga nominal de 50 kV o superior oscilan desde cientos hasta miles de kilogramos por instalación; los interruptores de bajo voltaje pueden contener 1-2 kg por instalación. De no contarse con datos sobre el total de equipos GIS, se dará por supuesto que las emisiones son iguales al consumo.

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CEMENTO
HOJA DE TRABAJO	2-1
HOJA	1 DE 2 EMISIONES DE CO_2

PASO 1			
A Cantidad de clinca o cemento producido (t)	B Factor de emisión (t CO_2/t clinca o cemento producido)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^3

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CEMENTO
HOJA DE TRABAJO	2-1
HOJA	2 DE 2 EMISIONES DE SO_2

PASO 2			
A Cantidad de cemento producido (t)	B Factor de emisión (kg SO_2 /t cemento producido)	C Emisiones de SO_2 (kg)	D Emisiones de SO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CAL
HOJA DE TRABAJO	2-2
HOJA	1 DE 1 EMISIONES DE CO_2

	A Cantidad de cal producida (t)	B Factor de emisión (t CO_2/t cal viva o cal dolomítica producida)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
Tipo de cal				
			C = (A x B)	D = C/10^3
Cal viva				
Cal dolomítica				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	UTILIZACIÓN DE PIEDRA CALIZA Y DE DOLOMITA
HOJA DE TRABAJO	2-3
HOJA	1 DE 1 EMISIONES DE CO_2

Tipo de material	A Cantidad de piedra caliza o dolomita utilizada (t)	B Factor de emisión (kg CO_2/t piedra caliza o dolomita utilizada)	C Emisiones de CO_2 (kg)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6
Piedra caliza				
Dolomita				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE CARBONATO SÓDICO
HOJA DE TRABAJO	2-4
HOJA	1 DE 2 PRODUCCIÓN DE CARBONATO SÓDICO - EMISIONES DE CO_2

PASO 1			
A Cantidad de trona utilizada (t)	B Factor de emisión (t CO_2/t de trona utilizada)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^3

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE CARBONATO SÓDICO
HOJA DE TRABAJO	2-4
HOJA	2 DE 2 UTILIZACIÓN DE CARBONATO SÓDICO - EMISIONES DE CO_2

PASO 2			
A Cantidad de carbonato sódico utilizado (t)	B Factor de emisión (kg CO_2/t carbonato sódico utilizado)	C Emisiones de CO_2 (kg)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS
HOJA DE TRABAJO	2-5
HOJA	1 DE 5 PRODUCCIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO PARA TECHOS - EMISIONES DE COVDM

PASO 1				
Tipo de proceso	A Cantidad de material asfáltico para techos producido (t)	B Factor de emisión (kg COVDM /t material asfáltico para techos producido)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6
Proceso de saturación				
Proceso de soplado				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS
HOJA DE TRABAJO	2-5
HOJA	2 DE 5 PRODUCCIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO PARA TECHOS - EMISIONES DE CO

PASO 2			
A Cantidad de material asfáltico para techos producido (t)	B Factor de emisión (kg CO /t material asfáltico para techos producido)	C Emisiones de CO (kg)	D Emisiones de CO (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES			
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS			
HOJA DE TRABAJO	2-5			
HOJA	3 DE 5 PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA - EMISIONES DE COVDM			
PASO 3				
Fuente de las emisiones	A Cantidad de material de pavimentación de carreteras utilizado (t)	B Factor de emisión (kg COVDM/ t material de pavimentación de carreteras utilizado)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			C = (A x B)	$D = C/10^6$
Fábrica de asfalto				
Superficie de las carreteras				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS
HOJA DE TRABAJO	2-5
HOJA	4 DE 5 PRODUCCIÓN DE OTROS PRODUCTOS MINERALES - PRODUCCIÓN DE VIDRIO - EMISIONES DE COVDM

PASO 4				
Tipo de vidrio	A Cantidad de vidrio producido (t)	B Factor de Emisión (kg COVDM/ t vidrio producido)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			C = (A x B)	$D = C/10^6$
Envases de vidrio				
Vidrio plano				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MINERALES VARIOS
HOJA DE TRABAJO	2-5
HOJA	5 DE 5 PRODUCCIÓN DE OTROS PRODUCTOS MINERALES - HORMIGÓN DE PIEDRA PÓMEZ - EMISIONES DE SO_2

PASO 5			
A Cantidad de hormigón de piedra pómez producido (t)	B Factor de emisión (kg SO_2/t hormigón de piedra pómez producido)	C Emisiones de SO_2 (kg)	D Emisiones de SO_2 (Gg)
		C = (A x B)	$D = C/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE AMONÍACO
HOJA DE TRABAJO	2-6
HOJA	1 DE 3 NIVEL 1a - Emisiones de CO_2

PASO 1				
A Cantidad de gas consumido (m^3)	B Contenido de carbono del gas (kg/m^3)	C Relación de conversión	D Emisiones de CO_2 (kg)	E Emisiones de CO_2 (Gg)
		44/12	$D = (A \times B \times C)$	$E = D/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE AMONÍACO
HOJA DE TRABAJO	2-6
HOJA	2 DE 3 NIVEL 1b - Emisiones de CO_2

PASO 2			
A Cantidad de amoníaco producido (t)	B Factor de emisión (t CO_2/t amoníaco producido)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE AMONÍACO
HOJA DE TRABAJO	2-6
HOJA	3 DE 3 EMISIONES DE COVDM, CO Y SO_2

PASO 3			
A Cantidad de amoníaco producido (t)	B Factor de emisión (kg gas / t de amoníaco producido)	C Emisiones de COVDM, CO y SO_2 (kg)	D Emisiones de COVDM, CO y SO_2 (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
	COVDM		*COVDM*
	CO		*CO*
	SO_2		*SO_2*

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO
HOJA DE TRABAJO	2-7
HOJA	1 DE 1 EMISIONES DE N_2O Y NO_x

A Cantidad de ácido nítrico producido (t)	B Factor de emisión (kg de gas /t de ácido nítrico producido)	C Emisiones de N_2O y No_x (kg)	D Emisiones de N_2O y No_x (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
	N_2O		N_2O
	NO_x		NO_x

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ADÍPICO
HOJA DE TRABAJO	2-8
HOJA	1 DE 1 EMISIONES DE N_2O, NO_x , COVDM Y CO

A Cantidad de ácido adípico producido (t)	B Factor de emisión (kg N_2O, No_x, COVDM y CO / t de ácido adípico producido)	C Emisiones de N_2O, No_x, COVDM y CO (kg)	D Emisiones de N_2O, No_x, COVDM y CO (Gg)
		C = (A × B)	D = C/10^6
	N_2O		*N_2O*
	NO_x		*NO_x*
	COVDM		*COVDM*
	CO		*CO*

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CARBURO
HOJA DE TRABAJO	2-9
HOJA	1 DE 4 PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - EMISIONES DE CO_2

PASO 1				
A Consumo de coque (t)	B Contenido de carbono en el coque (%)	C Aporte de carbono secuestrado en el producto (%)	D Emisiones de CO_2 (t)	E Emisiones de CO_2 (Gg)
			$D = A \times B (100-C) \times 3{,}67 \times 10^{-4}$	$E = D/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CARBURO
HOJA DE TRABAJO	2-9
HOJA	2 DE 4 PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - NIVEL 1a - EMISIONES DE CH_4

PASO 2			
A Cantidad de coque de petróleo consumido (t)	B Factor de emisión (kg CH_4 / t coque de petróleo consumido)	C Emisiones de CH_4 (kg)	D Emisiones de CH_4 (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CARBURO
HOJA DE TRABAJO	2-9
HOJA	3 DE 4 PRODUCCIÓN DE CARBURO DE SILICIO - NIVEL 1b - EMISIONES DE CH_4

PASO 3			
A Cantidad de carburo de silicio producido (t)	B Factor de emisión (kg CH_4 / t carburo de silicio producido)	C Emisiones de CH_4 (kg)	D Emisiones de CH_4 (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE CARBURO
HOJA DE TRABAJO	2-9
HOJA	4 DE 4 PRODUCCIÓN DE CARBURO DE CALCIO - EMISIONES DE CO_2

PASO 4			
A Cantidad de carburo producido (t)	B Factor de emisión (t CO_2 / t de carburo producido)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^3$
		Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS
HOJA DE TRABAJO	2-10
HOJA	1 DE 5 EMISIONES DE CH_4

PASO 1				
Producto químico	A Cantidad de producto químico fabricado (t)	B Factor de emisión (kg CH_4 / t. producto químico fabricado)	C Emisiones de CH_4 (kg)	D Emisiones de CH_4 (Gg)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS
HOJA DE TRABAJO	2-10
HOJA	2 DE 5 EMISIONES DE NO_x

PASO 2				
Producto químico	A Cantidad de producto químico fabricado (t)	B Factor de emisión (kg NO_x / t producto químico fabricado)	C Emisiones de NO_x (kg)	D Emisiones de NO_x (Gg)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS
HOJA DE TRABAJO	2-10
HOJA	3 DE 5 EMISIONES DE COVDM

PASO 3				
Producto químico	A Cantidad de producto químico fabricado (t)	B Factor de emisión (kg COVDM / t producto químico fabricado)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS
HOJA DE TRABAJO	2-10
HOJA	4 DE 5 EMISIONES DE CO

PASO 4				
Producto químico	A Cantidad de producto químico fabricado (t)	B Factor de emisión (kg CO / t producto químico fabricado)	C Emisiones de CO (kg)	D Emisiones de CO (Gg)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	1 DE 11 NIVEL 1a - EMISIONES DE CO_2

PASO 1				
A Masa del agente reductor (t)	B Factor de emisión (t CO_2/ t de agente reductor)	C (Contenido de carbono del mineral menos el contenido de carbono del metal) x 3,67 (t CO_2/t carbono)	D Emisiones de CO_2 (t)	E Emisiones de CO_2 (Gg)
			D = (A x B) + C	$E = D/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	2 DE 11 HIERRO Y ACERO - NIVEL 1b - EMISIONES DE CO_2

PASO 2			
A Cantidad de hierro o acero producido (t)	B Factor de emisión (t CO_2/t de hierro o acero producido)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	$D = C/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	3 DE 11 HIERRO Y ACERO - EMISIONES DE NO_x, COVDM, CO Y SO_2

PASO 3			
A Cantidad de hierro o acero producido (t)	B Factor de emisión (g gas/t de hierro o acero producido)	C Emisiones de gas (g)	D Emisiones de gas (Gg)
		C = (A x B)	$D = C/10^9$
	NO_x		*NO_x*
	COVDM		*COVDM*
	CO		*CO*
	SO_2		*SO_2*

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	4 DE 11 FERROALEACIONES - NIVEL 1b - EMISIONES DE CO_2

PASO 4			
A Cantidad de ferroaleación producida (t)	B Factor de emisión (t CO_2 / t ferroaleación producida)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^3

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	5 DE 11 ALUMINIO - NIVEL 1b - EMISIONES DE CO_2

PASO 5			
A Cantidad de aluminio producido (t)	B Factor de Emisión (t CO_2 / t aluminio producido)	C Emisiones de CO_2 (t)	D Emisiones de CO_2 (Gg)
		C = (A x B)	$D = C/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	6 DE 11 ALUMINIO - NIVEL 1b - EMISIONES DE CF_4

PASO 6								
A Tipo de célula	B Cantidad de aluminio producido (toneladas)	C Constante de la ecuación CF_4	D Fracción media de gas de cuba durante los efectos de ánodo	E Eficiencia actual (fracción)	F Número de efectos de ánodo por día	G Duración del efecto de ánodo (minutos)	H Emisiones de CF_4 (kg)	I Emisiones de CF_4 (Gg)
		1,698					H = (B x C x D x E x F x G)	$I = H/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES
HOJA DE TRABAJO	2-11
HOJA	7 DE 11 ALUMINIO- NIVEL 1b - EMISIONES DE C_2F_6

PASO 7								
A Tipo de célula	B Cantidad de aluminio producida (toneladas)	C Constante de la ecuación C_2F_6	D Fracción media de gas de cuba durante los efectos de ánodo	E Eficiencia Actual (fracción)	F Número de efectos de ánodo por día	G Duración del efecto de ánodo (minutos)	H Emisiones de C_2F_6 (kg)	I Emisiones de C_2F_6 (Gg)
		0,1698					H = (B x C x D x E x F x G)	$I = H/10^6$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES		
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES		
HOJA DE TRABAJO	2-11		
HOJA	8 DE 11 ALUMINIO - NIVEL 1c - EMISIONES DE CF_4		
PASO 8			
A Cantidad de aluminio producido (t)	B Factor de emisión (kg CF_4 /t. aluminio producido)	C Emisiones de CF_4 (kg)	D Emisiones de CF_4 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES	
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES	
HOJA DE TRABAJO	2-11	
HOJA	9 DE 11 ALUMINIO - NIVEL 1c - EMISIONES DE C_2F_6	
PASO 9		
A Total de emisiones de CF_4 (Gg)	B Factor de emisión de C_2F_6 (C_2F_6/CF_4)	C Emisiones de C_2F_6 (Gg)
	0,1	C = (A x B)

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES		
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES -		
HOJA DE TRABAJO	2-11		
HOJA	10 DE 11 ALUMINIO - EMISIONES DE NO_x, CO, y SO_2		
PASO 10			
A Cantidad de aluminio producido (t)	B Factor de emisión (kg gas / t aluminio producido)	C Emisiones de No_x, CO, SO_2 (kg)	D Emisiones de No_x, CO, SO_2 (Gg)
		C = (A x B)	D = C/10^6
	NO_x		NO_x
	CO		CO
	SO_2		SO_2

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES	
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE METALES	
HOJA DE TRABAJO	2-11	
HOJA	11 DE 11 SF_6 UTILIZADO EN LAS FUNDICIONES DE ALUMINIO Y MAGNESIO - EMISIONES DE SF_6	
PASO 11		
A Consumo de SF_6 (t)	B Emisiones de SF_6 (t)	C Emisiones de SF_6 (Gg)
	B = A	$C = B/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	INDUSTRIAS DEL PAPEL Y DE LA PULPA DE PAPEL
HOJA DE TRABAJO	2-12
HOJA	1 DE 2 EMISIONES DE NO_x , COVDM Y CO

PASO 1				
Tipo de proceso de pulpa de papel	A Cantidad de pulpa de papel secada al aire producida (t)	B Factor de emisión (kg gas / t pulpa de papel secada al aire producida)	C Emisiones de No_x, COVDM y CO (kg)	D Emisiones de No_x, COVDM y CO (Gg)
			C = (A x B)	$D = C/10^6$
Kraft		*NO_x*		*NO_x*
Kraft		*COVDM*		*COVDM*
Kraft		*CO*		*CO*

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	INDUSTRIAS DEL PAPEL Y DE LA PULPA DE PAPEL
HOJA DE TRABAJO	2-12
HOJA	2 DE 2 EMISIONES DE SO_2

PASO 2				
Tipo de proceso de pulpa de papel	A Cantidad de pulpa de papel secada al aire producida (t)	B Factor de emisión (kg SO_2 / t de pulpa de papel secada al aire producidas)	C Emisiones de SO_2 (kg)	D Emisiones de SO_2 (Gg)
			C = (A x B)	$D = C/10^6$
Kraft				
Bisulfito				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	ALIMENTOS Y BEBIDAS
HOJA DE TRABAJO	2-13
HOJA	1 DE 2 PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS - EMISIONES DE COVDM

PASO 1				
Tipo de bebida alcohólica	A Cantidad de bebida alcohólica producida (hl)	B Factor de emisión (kg COVDM / hL de bebida producida)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	ALIMENTOS Y BEBIDAS
HOJA DE TRABAJO	2-13
HOJA	2 DE 2 PANIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE OTROS ALIMENTOS - EMISIONES DE COVDM

PASO 2				
Tipo de producción de alimento	A Cantidad de alimento producido (t)	B Factor de emisión (kg COVDM/ t de alimento elaborado)	C Emisiones de COVDM (kg)	D Emisiones de COVDM (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-14
HOJA	1 DE 2 - EMISIONES SECUNDARIAS DE HFC Y PFC

PASO 1				
Tipo de halocarburo	A Total de halocarburos producidos (t)	B Factor de emisión (kg halocarburo secundario por tonelada de halocarburo producido)	C Emisiones de halocarburos (kg)	D Emisiones de halocarburos (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	PRODUCCIÓN DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-14
HOJA	2 DE 2 EMISIONES FUGITIVAS - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 2				
Tipo de halocarburo	A Cantidad de halocarburo producido (t)	B Factor de emisión (kg de halocarburo perdido por tonelada de halocarburo producido)	C Emisiones de halocarburos (kg)	D Emisiones de halocarburos (Gg)
			C = (A x B)	D = C/10^6

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	1 DE 13 - NIVEL 1a Y NIVEL 1b - EMISIONES DE HALOCARBUROS A GRANEL
NOMBRE DEL HALOCARBURO	

PASO 1				
A Cantidad de halocarburo producida (t)	B Cantidad de halocarburo Importado a granel (t)	C Cantidad de halocarburo exportado a granel (t)	D Cantidad de halocarburo destruido (t)	E Emisiones potenciales de halocarburos a granel (t)
				E = A + B - C - D

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	2 DE 13 - NIVEL 1b SOLAMENTE - PRODUCTO QUE CONTIENE HALOCARBUROS
NOMBRE DEL HALOCARBURO	

PASO 2				
Tipo de producto	F Número de unidades importadas (+) o exportadas (-)	G Cantidad de material por unidad (kg)	H Fracción de halocarburo en el material (%/100)	I Emisiones potenciales de halocarburos en los productos (t)
				$I = F \times G \times H/10^3$
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE - NIVEL 1a Y NIVEL 1b - RESUMEN DE LAS EMISIONES DE HALOCARBUROS
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	3 DE 13
NOMBRE DEL HALOCARBURO	

PASO 3			
J Emisiones potenciales de los halocarburos a granel (t)	K Emisiones potenciales de halocarburos de los productos (t)	L Total de emisiones potenciales de halocarburos (t)	M Total de emisiones potenciales de halocarburos (Gg)
J= E del Paso 1	K= I del Paso 2	L = J + K	$M = L/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
TIPO DE REFRIGERACIÓN	
NOMBRE DEL HALOCARBURO	
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	4 DE 13 ENSAMBLAJE DE REFRIGERADORES - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 4			
A Cantidad de HFC/PFC cargada en nuevos sistemas en el año *t* ($E_{cargada\ (t)}$) (t)	B Pérdidas durante el ensamblaje (k) (%)	C Emisiones de halocarburos (t)	D Emisiones de halocarburos (Gg)
		C= (A x B)	$D = C/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
TIPO DE REFRIGERACIÓN	
NOMBRE DEL HALOCARBURO	
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	5 DE 13 FUNCIONAMIENTO DE REFRIGERADORES - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 5			
E Cantidad de HFC/PFC almacenada en los sistemas existentes en el año *t* ($E_{existencia\ (t)}$) (t)	F Tasa anual de fugas (x) (%)	G Emisiones de halocarburos (t)	H Emisiones de halocarburos (Gg)
		G = E x F/100	$H = G/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
TIPO DE REFRIGERACIÓN	
NOMBRE DEL HALOCARBURO	
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	6 DE 13 ELIMINACIÓN DE REFRIGERADORES- NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 6					
I Cantidad de HFC/PFC cargada en nuevos sistemas en el año *t-n* ($Ei_{carga\ (t-n)}$) (t)	J Vida útil media del equipo (n) (años)	K Cantidad de HFC/PFC en los sistemas en el momento de su eliminación como porcentaje de la carga original (y) (%)	L Cantidad de HFC/PFC recuperada como porcentaje de la carga real (z) (%)	M Emisiones de halocarburos (t)	N Emisiones de halocarburos (Gg)
				M = I x [K/100] x [(100 - L)/100]	$N = M/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
TIPO DE REFRIGERACIÓN	
NOMBRE DEL HALOCARBURO	
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	7 DE 13 RESUMEN DE REFRIGERACIÓN - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 7			
O Ensamblaje (Gg)	P Funcionamiento (Gg)	Q Eliminación (Gg)	R Total de emisiones de halocarburos (Gg)
O = D (del Paso 4)	P = H (del Paso 5)	Q = N (del Paso 6)	R =(O+P+Q)

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORUROS DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	8 DE 13 PRODUCTOS DE ESPUMA - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 8						
Tipo de espuma	A Cantidad de HFC/PFC utilizada (t)	B Cantidad de HFC/PFC en uso (t)	C Fracción perdida durante la producción (%/100)	D Fracción perdida durante la utilización (%/100)	E Emisiones de HFC/PFC (t)	F Emisiones de HFC/PFC (Gg)
					E = (A x C) + (B x D)	$F = E/10^3$
Alvéolos abiertos		ND		ND		
Alvéolos cerrados						
NA= No se aplica					Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	9 DE 13 EXTINTORES DE INCENDIOS - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC, PFC Y SF_6

PASO 9				
Tipo de extintor	A Cantidad total de HFC/PFC/SF_6 empleados en nuevos extintores (t)	B Factor de pérdida fraccional (%/100)	C Emisiones de HFC/PFC/SF_6 (t)	D Emisiones de HFC/PFC/SF_6 (Gg)
			C = (A x B)	$D = C/10^3$
Portátil				
Fijo				
			Total (Gg):	

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	10 DE 13 - NIVEL 2 - AEROSOLES - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 10				
A Utilización de HFC/PFC en aerosoles en el año del Inventario (t)	B Utilización de HFC/PFC en aerosoles en el año anterior (t)	C Pérdida de uso en el año en curso	D Emisiones de HFC/PFC procedentes de los aerosoles (t)	E Emisiones de HFC/PFC procedentes de los aerosoles (Gg)
			D = (A x C) + B (1 - C)	$E = D/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	11 DE 13 DISOLVENTES - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 11				
A Utilización de HFC/PFC en disolventes en el año del inventario (t)	B Utilización de HFC/PFC en disolventes en el año anterior (t)	C Pérdida de uso en el año en curso	D Emisiones de HFC/PFC procedentes de los disolventes (t)	E Emisiones de HFC/PFC procedentes de los disolventes (Gg)
			D = (A x C) + B (1 - C)	$E = D/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	12 DE 13 OTRAS APLICACIONES - NIVEL 2 - EMISIONES DE HFC Y PFC

PASO 12				
A Utilización de HFC/PFC en otras aplicaciones en el año del Inventario (t)	B Utilización de HFC/PFC en otras aplicaciones en el año anterior (t)	C Pérdida de uso en el año actual	D Emisiones de HFC/PFC procedentes de otras aplicaciones (t)	E Emisiones de HFC/PFC procedentes de otras aplicaciones (Gg)
			D = (A x C) + B (1 - C)	$E = D/10^3$

MÓDULO	PROCESOS INDUSTRIALES
SUBMÓDULO	CONSUMO DE HALOCARBUROS Y HEXAFLUORURO DE AZUFRE
HOJA DE TRABAJO	2-15
HOJA	13 DE 13 EMISIONES DE SF_6

PASO 13					
A Cantidad de SF_6 en uso en el año del inventario (t)	B Factor de pérdida para SF_6 en Uso (%/100)	C Cantidad de SF_6 en uso 30 años antes del año del Inventario (t)	D Fracción de SF_6 remanente en el equipo en el momento de su eliminación (%/100)	E Emisiones de SF_6 (t)	F Emisiones de SF_6 (Gg)
				$E = (A \times B) + (C \times D)$	$F = E/10^3$