



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 CO₂ 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 CH₄ 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 I ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ 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 I.
- 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 $3,67 \times 10^{-4}$ a fin de obtener las Emisiones de CO₂ 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 CO₂, 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 CH₄ 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 CH₄ por tonelada de coque de petróleo consumido. Como Factor de Emisión se recomienda 10,2 kg de CH₄/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 CH₄ en kg y anotar el resultado en la columna C.
- 4 Dividir la columna C por 10⁶ para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CH₄, 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 CH₄ 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 CH₄ por tonelada de carburo producido. Se puede emplear un Factor de Emisión de 11,6 kg de CH₄/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 CH₄ en kg, y anotar esa cifra en la columna C.
- 4 Dividir la columna C por 10⁶ para realizar la conversión en unidades de gigagramos de CH₄, y anotar ese valor en la columna D.

Carburo de calcio

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ en toneladas y anotar el resultado en la columna C.
- 4 Dividir la columna C por 10³ para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO₂, y anotar esa cifra en la columna D.
- 5 Sumar los valores de la columna D para obtener el total de Emisiones de CO₂ 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 CH₄, N₂O, NO_x, COVDM, CO y SO₂.

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 CH₄

Si bien tomadas individualmente la mayoría de las fuentes de CH₄ 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*).

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 N₂O

La fabricación de otros productos químicos además del ácido nítrico y el ácido adípico puede ser fuente de N₂O; 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 SO₂

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.



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 I ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CH₄

- 1 Calcular la Cantidad de Productos Químicos Fabricada en toneladas y anotar esa cifra en la columna A de la hoja I.
- 2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente tomado de la Tabla 2-9, en kg de CH₄ por tonelada de producto químico producido.
- 3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CH₄ en kg; anotar el resultado en la columna C.
- 4 Dividir la columna C por 10⁶ para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CH₄, y anotar ese valor en la columna D.

- 5 Sumar los valores en la columna D para obtener el total de las Emisiones de CH₄ 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 10⁶ 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 10⁶ 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 SO₂

- 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 SO₂ por tonelada de producto químico fabricado.
- 3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de SO₂ 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 SO₂, y anotar esa cifra en la columna D.
- 5 Sumar las cifras de la columna D para obtener el total de Emisiones de SO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂

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 CO₂ PROCEDENTE DE LA PRODUCCIÓN DE METALES (TONELADAS DE CO₂/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 CO₂

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 Ia

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

Nivel Ib

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 CO₂.



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
<p>^a Incluye el CO₂ 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 CO₂.</p> <p>^b Environment Canada ha notificado un factor de emisión de unas 1,5 toneladas de CO₂/tonelada de hierro o acero en una instalación no integrada. Sin embargo, ese valor es bastante dudoso.</p> <p>Nota: Las cifras no incluyen el CO₂ del consumo del flujo (CaCO₃).</p>			

2.13.2.2 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, COVDM, CO y SO₂

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 SO₂ 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 SO₂ COMUNICADAS PARA EL SECTOR DEL HIERRO Y EL ACERO (G SO₂/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 CO₂ debido al marcado entorno reductor (ORTECH, 1994). No obstante, se da por supuesto que la totalidad del CO se convierte más tarde en CO₂, en un plazo de pocos días.

2.13.3.1 Metodología para estimar las emisiones de CO₂

Nivel Ia

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

Nivel Ib

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.

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-CO₂/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 calina 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 CO₂

Nivel Ia

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

Nivel Ib

Si se desconoce la cantidad del agente reductor, las emisiones de CO₂ 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 CO₂, 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 (CF₄) y hexafluoruro de carbono (C₂F₆).



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

Tipo de célula	CF_4		C_2F_6	
	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 CF₄ procedentes de una fundición que tenga una tecnología de célula determinada.

$$\text{Emisiones de CF}_4 \text{ (kg)} = \text{FE}(\text{tecnología}) \text{ (kg de CF}_4 \text{ / t de Al)} \times \text{pp}(\text{tecnología}) \text{ (toneladas)}$$

en la cual:

FE_(tecnología) = factor de emisión por tecnología (tomado de la Tabla 2-20)

PP_(tecnología) = producción de aluminio primario por tecnología

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 C₂F₆ sea 1/10 de la de CF₄.

2.13.4.3 Metodología para estimar las emisiones de NO_x, CO y SO₂

Las emisiones de NO_x, CO y SO₂ 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.

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 CO₂

Nivel Ia

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

Nivel Ib

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 CO₂. 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 ₂ O ₄ , PbCrO ₄	x		
Cobre	Cu ₂ S, CuFeS ₂ , Cu ₂ O, 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 ₂ S, elemento			x
Estaño	SnO ₂	x		
Titanio	TiO ₂ , FeTiO ₃	x ^c		
Tungsteno	WO ₃			x
Uranio	U _x O _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 + Cl₂, seguido de Mg
 Nota: La aparición de (SO₂) en la columna final indica que el proceso de producción es una importante fuente de emisiones de SO₂ en todo el mundo.

2.13.6 SF₆ utilizado en las fundiciones de aluminio y magnesio

2.13.6.1 Metodología para estimar las emisiones de SF₆

En la industria del aluminio, el SF₆ se utiliza como gas de cobertura solamente para productos especiales de fundición. Como se da por supuesto que el SF₆ es inerte, las emisiones de SF₆ 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 CO₂ - 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 CO₂/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 CO₂ en toneladas de CO₂, y anotar el resultado en la columna D.
- 5 Dividir la columna D por 10³ para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO₂, 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 CO₂

- 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 correspondiente (Tabla 2-12) en toneladas de CO₂ por toneladas de hierro o acero producidos.
- 3 Multiplicar la columna A por la columna B para obtener las Emisiones de CO₂ en toneladas de CO₂ y anotar ese valor en la columna C.
- 4 Dividir la columna C por 10³ para realizar la conversión a unidades de gigagramos de CO₂, y anotar ese valor en la columna D.

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE NO_x, CO₂, CO Y SO₂

- 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 Electrolytica 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.