

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Autores

Secciones 1.1 y 1.2

Jochen Harnisch (Alemania) y William Kojo Agyeman-Bonsu (Ghana)

Secciones 1.3 y 1.4

Timothy Simmons (Reino Unido), Jos G. J. Olivier (Países Bajos), Domenico Gaudioso (Italia), Michael Gillenwater (Estados Unidos), Chia Ha (Canadá), Leif Hockstad (Estados Unidos), Thomas Martinsen (Noruega), Maarten Neelis (Países Bajos), y Hi-chun Park (República de Corea)

Sección 1.5

Deborah Ottinger Schaefer (Estados Unidos)

Autores colaboradores

Sección 1.2

Maarten Neelis (Países Bajos), Jos G. J. Olivier (Países Bajos), y Timothy Simmons (Reino Unido)

Secciones 1.3 y 1.4

Martin Patel (Países Bajos)

Índice

1	Introducción	1.5
1.1	Introducción	1.5
1.2	Cuestiones generales e interdisciplinarias.....	1.7
1.2.1	Definición de los procesos industriales y de las emisiones provenientes de la quemada de combustibles	1.7
1.2.2	Captura y reducción	1.7
1.2.3	Precusores	1.9
1.2.4	N ₂ O indirecto	1.9
1.2.5	Fuentes internacionales de datos	1.9
1.3	Naturaleza de los usos no energéticos de los combustibles fósiles	1.12
1.3.1	Tipos de utilización	1.12
1.3.2	Contabilización de los usos de combustibles fósiles como sustancias para la alimentación a procesos y como reductores y de sus emisiones de CO ₂	1.13
1.3.3	Emisiones provenientes de los procesos de refineras.....	1.16
1.4	CC de la exhaustividad y atribución del CO ₂ proveniente de usos no energéticos.....	1.16
1.4.1	Introducción	1.16
1.4.2	Rango de aplicabilidad de los métodos	1.17
1.4.3	Control de calidad de la exhaustividad.....	1.17
1.4.3.1	Verificación de la exhaustividad del CO ₂	1.18
1.4.3.2	Verificación del balance de sustancias para la alimentación a procesos.....	1.22
1.4.4	Generación de informes y documentación sobre la atribución y el CC de la exhaustividad.....	1.27
1.4.4.1	Atribución del CO ₂ proveniente de usos no energéticos.....	1.27
1.4.4.2	Exhaustividad del CO ₂ proveniente de usos no energéticos	1.28
1.5	Opción entre el método por equilibrio de masas y el método por factor de emisión	1.30
1.5.1	Introducción	1.30
1.5.2	Méritos e inconvenientes del método por equilibrio de masas.....	1.30
1.5.3	Méritos e inconvenientes del método por factor de emisión	1.32
Referencias	1.34

Ecuación

Ecuación 1.1	Requerimiento total de sustancias para la alimentación a procesos	1.23
--------------	---	------

Figuras

Figura 1.1	Categorías de procesos industriales y utilización de productos.....	1.6
Figura 1.2	Balance material general de los procesos industriales en los cuales se fabrican los productos utilizando sustancias para la alimentación a procesos provenientes de hidrocarburos.....	1.15
Figura 1.3	Diagrama de flujo para la verificación de la exhaustividad en la contabilización de los usos no energéticos de combustibles.....	1.26
Figura 1.4	Fugas aparentes versus efectivas; sin crecimiento anual de las ventas de equipos.....	1.31
Figura 1.5	Fugas aparentes versus efectivas; 5% de crecimiento anual de las ventas de equipos.....	1.32

Cuadros

Cuadro 1.1	Categorías de Procesos industriales y Uso de productos y sus posibles emisiones.....	1.10
Cuadro 1.2	Tipos de utilizaciones y ejemplos de combustibles utilizados para aplicaciones no energéticas.....	1.13
Cuadro 1.3	Verificación de la exhaustividad de los informes de CO ₂ procedente del uso no energético de combustibles fósiles.....	1.20
Cuadro 1.4	Lista de combustibles fósiles que pueden ser utilizados como productos químicos intermedios o como reductores.....	1.22
Cuadro 1.5a	Comparación de los suministros de sustancias para la alimentación a procesos con los requerimientos inferidos de la producción.....	1.24
Cuadro 1.5b	Consumo específico de sustancias para la alimentación a procesos (TJ/Gg) y/o reductores.....	1.25
Cuadro 1.6	Atribución del CO ₂ proveniente del uso no energético de los combustibles fósiles.....	1.29
Cuadro 1.7	Opción entre el método por equilibrio de masas y el método por factor de emisión.....	1.33

Recuadro

Recuadro 1.1	Atribución de las emisiones de CO ₂ a las emisiones procedentes de la quema de combustibles o de los procesos industriales.....	1.8
--------------	--	-----

1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En este volumen, Procesos industriales y uso de los productos (IPPU, del inglés, *Industrial Processes and Product Use*), se abordan las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por los procesos industriales, por el uso de gases de efecto invernadero en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles.

Se ha incorporado a este volumen la anterior sección «Utilización de disolventes y otros productos» de las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996.

Las emisiones de gases de efecto invernadero son producidas por una gran variedad de actividades industriales. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias por medios químicos o físicos (por ejemplo, los altos hornos de la industria del hierro y el acero, el amoníaco y otros productos químicos fabricados a partir de combustibles fósiles utilizados como sustancia química intermedia y la industria del cemento: estos son ejemplos notorios de procesos industriales que liberan cantidades significativas de CO₂). Durante estos procesos puede producirse una gran variedad de gases de efecto invernadero, incluidos el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

Además, con frecuencia se utilizan los gases de efecto invernadero en productos tales como refrigeradores, espumas o latas de aerosol. Por ejemplo, se usan los HFC como alternativa a las sustancias que agotan la capa de ozono en variados tipos de aplicaciones de productos. Análogamente, se emplean el hexafluoruro de azufre (SF₆) y el óxido nitroso (N₂O) en una serie de productos utilizados por la industria (p. ej., el SF₆ utilizado en las instalaciones eléctricas y el N₂O utilizado como propulsor en los productos de aerosol, principalmente en la industria de la alimentación) o por los consumidores finales (p. ej., el SF₆ utilizado en el calzado deportivo y el N₂O utilizado durante la anestesia). Una característica notable del uso de estos productos es que en casi todos los casos puede transcurrir un tiempo significativo entre la fabricación del producto y la liberación del gas de efecto invernadero. El retardo puede variar desde pocas semanas (p. ej., las latas de aerosol) hasta varios decenios, como es el caso de las espumas rígidas. En el caso de algunas aplicaciones (p. ej., la refrigeración), una fracción de los gases de efecto invernadero utilizados en los productos puede ser recuperada al final del período de vida del producto y ser reciclada o destruida. Además, varios otros gases de efecto invernadero fluorados pueden ser utilizados en procesos especiales como la fabricación de semiconductores, por ejemplo:

- trifluoruro de nitrógeno (NF₃)
- trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF₅CF₃)
- éteres halogenados (p. ej., C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OCHF₂)

y otros halocarbonos no controlados por el Protocolo de Montreal que incluyen a los CF₃I, CH₂Br₂, CHCl₃, CH₃Cl, CH₂Cl₂.

En este volumen de las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Orientaciones de 2006 del IPCC)*, se presentan también métodos para la estimación de los gases halogenados de efecto invernadero que no están contemplados en el Protocolo de Montreal y para los cuales no se dispone de valores del potencial de calentamiento atmosférico (PCA) en el Tercer informe de evaluación del IPCC (TAR, del inglés, *Third Assessment Report*). Entre otros, estos gases son los siguientes:

- C₃F₇C(O)C₂F₅¹
- C₇F₁₆
- C₄F₆
- C₃F₈
- c-C₄F₈O.

Algunos de los métodos pueden ser utilizados para otros halocarbonos no controlados por el Protocolo de Montreal (incluidos varios líquidos y mezclas como los comercializados bajo las marcas de la familia de productos Fluorinert[™] y Galden[®])²

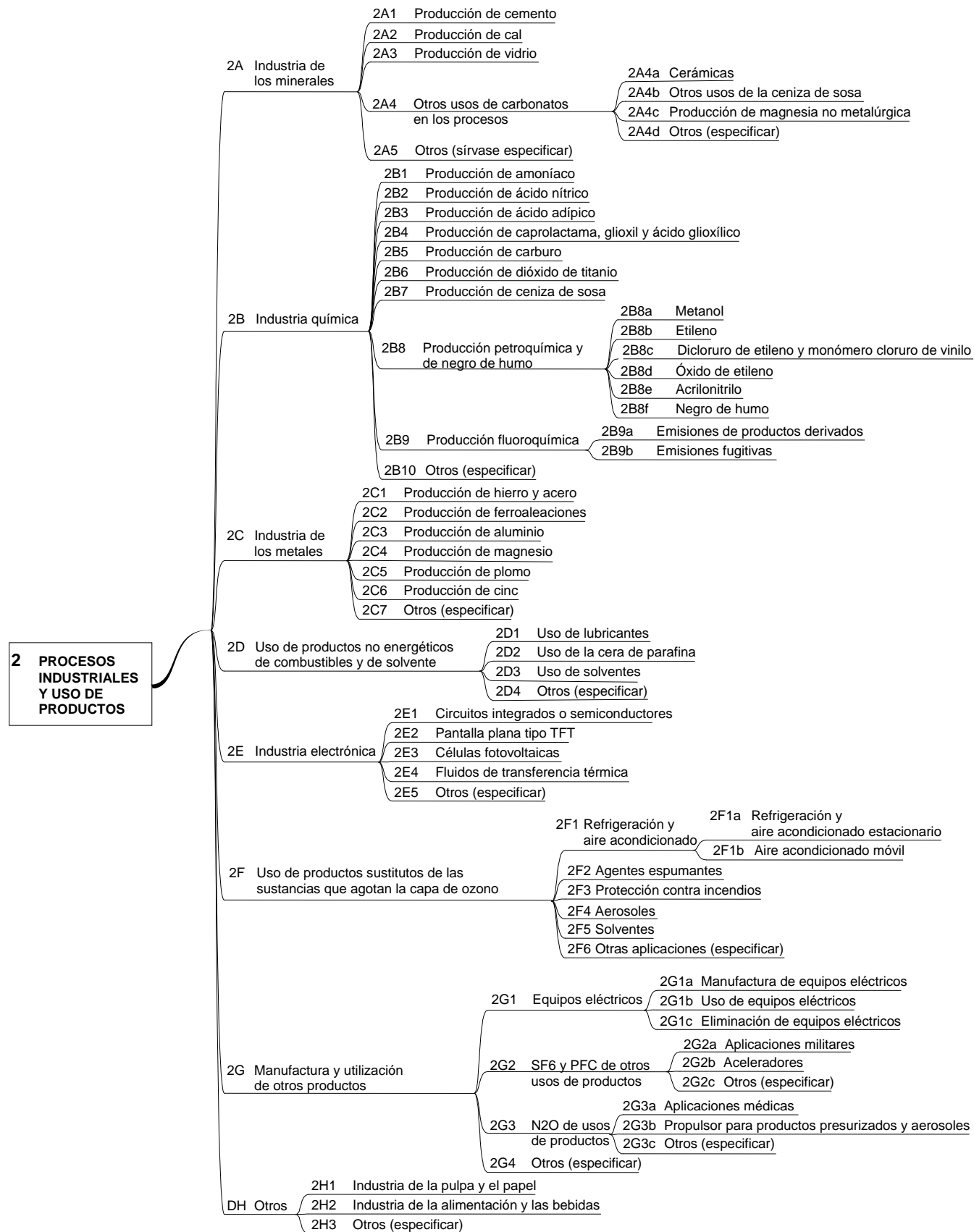
El uso del producto se combina con las orientaciones para el proceso industrial porque en muchos casos los datos de producción y de importación/exportación son necesarios para estimar las emisiones de los productos y porque el uso de estos puede tener lugar también como parte de las actividades industriales, excluidos los sectores no industriales (comercio minorista, servicios, hogares.) Por ello, es deseable vincular la estimación de las emisiones asociadas con la

¹ Este gas, comercializado como Novec[™]612, corresponde a una cetona fluorada producida por 3M (Milbrath, 2002).

² Los materiales Fluorinert[™] son seleccionados a partir de alcanos, éteres, aminas terciarias y aminoéteres completamente fluorados y de mezclas entre sí para obtener las propiedades deseadas. Los fluidos Galden[®] abarcan un rango de poliéteres completamente fluorados llamados perfluoropoliéteres (PFPE).

producción y el uso de los productos. Los usos no energéticos de los combustibles fósiles comprenden su aplicación como sustancias para la alimentación a procesos, reductores y productos no energéticos en los cuales sus propiedades físicas son utilizadas directamente en vez de ser quemados con propósitos energéticos.

Figura 1.1 Categorías de procesos industriales y utilización de productos



En este capítulo se abordan:

- la definición y la estructura del tratamiento de los procesos industriales y del uso de productos (1.1);
- una serie de cuestiones generales o interdisciplinarias (1.2), entre las cuales se hallan la definición de los procesos industriales y las emisiones procedentes de la quema de combustibles (1.2.1), así como las fuentes internacionales de datos (1.2.5);
- la naturaleza de los usos no energéticos de los combustibles fósiles (1.3);
- la exhaustividad y la atribución del CO₂ procedente del uso no energético de combustibles (1.4); y
- la opción entre el método por equilibrio de masas y el método por factor de emisión (1.5), con el acento específico en los gases fluorados abordados en los Capítulos 7 y 8 de este volumen.

CLASIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DEL SECTOR

La Figura 1.1 muestra la estructura y los códigos de clasificación para cada categoría y subcategoría del Sector IPPU.

1.2 CUESTIONES GENERALES E INTERDISCIPLINARIAS

1.2.1 Definición de los procesos industriales y de las emisiones procedentes de la quema de combustibles

La atribución de las emisiones procedentes del uso de combustibles fósiles al Sector Energía o al Sector IPPU puede ser una tarea compleja. Los usos de las sustancias para la alimentación a procesos y de los reductores de combustibles producen frecuentemente gases que pueden quemarse para proveer energía a los procesos. Asimismo, una parte de las sustancias para la alimentación a procesos puede quemarse directamente para producir calor. Esto puede conllevar incertidumbres y ambigüedades en la generación de informes. Para ayudar a resolver este problema, las presentes *Directrices* introducen orientaciones prácticas para determinar cuándo deben atribuirse las emisiones de CO₂ liberadas por la quema de combustibles a la subcategoría quema de combustible dentro de la categoría fuente de energía o a la categoría fuente del proceso industrial. Se explica la regla en el Recuadro 1.1.

Los problemas que se encuentran al atribuir las emisiones a la quema de combustibles o a los procesos industriales presentan una importancia particular cuando los productos derivados de los combustibles o los gases de desecho son transferidos desde el sitio de fabricación y quemados en otro lugar, en actividades bien diferentes. Este hecho ha establecido el principio para las orientaciones dadas en el Recuadro 1.1, que ofrecen una definición para la quema de combustibles y un criterio para decidir si las emisiones de combustibles derivados deben declararse en el Sector IPPU o en una categoría de fuente del Sector Energía. En la Sección 1.3 se presentan los antecedentes sobre la naturaleza de los usos no energéticos de los combustibles fósiles y sobre los vínculos establecidos con los usos de combustibles fósiles en el Sector Energía.

1.2.2 Captura y reducción

En algunas categorías de IPPU, en particular para las grandes fuentes por puntos de emisiones, puede haber captura de emisiones con fines de recuperación y reutilización o bien de destrucción. Es una *buena práctica* contabilizar la captura de emisiones mediante datos específicos del país o con los más adecuados para cada planta. Por lo tanto, los métodos de Nivel 1 de este volumen no son los apropiados para el seguimiento de este tipo de reducciones. La captura debe ser incorporada a las ecuaciones mediante un término adicional que representa una cantidad de captura medida o la eficiencia de un sistema de reducción conjuntamente con el uso del dicho sistema a lo largo del año. Se recomienda no contabilizar la captura mediante el uso de un factor de emisión corregido, pues reduce la transparencia y genera riesgos de incoherencias en las series temporales.³

En el caso de que la tecnología de captura de CO₂ haya sido instalada en una planta, es una *buena práctica* restar el CO₂ capturado de los cálculos de emisiones de un nivel superior. Las cantidades CO₂ de utilización ulterior y de almacenamiento a corto plazo no deben restarse de las emisiones de CO₂, excepto cuando las emisiones de CO₂ hayan sido contabilizadas en otra parte del inventario. La hipótesis por defecto establece que no se produce captura ni

³ En las industrias tales como las de producción de ácido nítrico y de ácido adípico, el diseño de plantas modernas con tecnologías de destrucción incorporadas es una práctica estándar de la ingeniería, que ha sido desarrollada en respuesta a la necesidad de abordar las emisiones de NO_x. En estos casos especiales es posible utilizar factores de emisión que tomen en cuenta esta tecnología de destrucción, siempre y cuando el compilador del inventario pueda documentar el hecho de que la tecnología está efectivamente instalada y que ha sido utilizada.

almacenamiento de dióxido de carbono (CCS).⁴ Toda metodología que tome en cuenta la captura de CO₂ debe también considerar que las emisiones de CO₂ capturadas en el proceso pueden guardar relación con la combustión y con el proceso. En aquellos casos en los que se deba declarar por separado las emisiones de combustión y de procesos, los compiladores del inventario deben garantizar que no se haga el cómputo doble de las mismas cantidades de CO₂. En estos casos, la cantidad total de CO₂ capturado debe ser declarada preferentemente en la correspondiente de quema de combustible y de fuente IPPU, en igual proporción respecto de las cantidades de CO₂ generadas en esas categorías de fuentes. Refiérase al Volumen 2, Sección 2.3.4, para obtener información adicional sobre la captura y el almacenamiento de CO₂.

En relación con gases distintos del CO₂, es una *buena práctica* garantizar que las emisiones ulteriores de los gases capturados sean contabilizadas en el lugar donde ocurren. Un ejemplo es el HFC-23 generado como producto derivado de la producción de HFC-22. En este caso, la sustancia se extrae de las descargas gaseosas y se utiliza en los productos o procesos. En este volumen pueden consultarse los métodos para tratar apropiadamente las eficiencias de captura en los casos en los que actualmente exista información suficiente.

Una reducción parcial o completa de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los procesos ocurre a menudo a través del tratamiento de las descargas gaseosas, p. ej., la destrucción de gases de efecto invernadero posterior a la combustión. Este método suele aplicarse a las sustancias con un alto potencial de calentamiento atmosférico, tales como los PFC en la industria de semiconductores o los HFC-23 en la industria química. Las eficiencias de las destrucciones dependen igualmente de las prácticas operativas y de las tecnologías aplicadas.

RECUADRO 1.1

ATRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ A LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES O DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES

La combustión se define de una manera funcional como:

La oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para proporcionar calor o trabajo mecánico a un proceso, o bien para aplicaciones fuera del aparato.

El propósito de esta definición es separar la quema de combustibles para utilidades diferenciadas y productivas de la energía del calor liberado a través del uso de hidrocarburos en las reacciones químicas que definen un proceso industrial.

Los combustibles de proceso pueden obtenerse directamente de las sustancias para la alimentación a procesos, como en el caso de la fabricación del amoníaco, donde el gas natural proporciona a la vez sustancias para la alimentación a procesos y combustibles. Como otra alternativa, los combustibles de proceso pueden obtenerse indirectamente a través del uso de productos derivados de las sustancias para la alimentación a procesos o del uso de reductores. Constituyen ejemplo las descargas gaseosas obtenidas de la escisión por vapor de la sustancia para la alimentación del proceso de la nafta en la fabricación del etileno y los gases de los altos hornos.

Durante estas actividades pueden ocurrir a la vez emisiones procedentes de las etapas de la quema de combustibles y de los procesos industriales. Sin embargo, con frecuencia resulta impracticable o imposible declarar por separado estos dos tipos de emisiones (véase la Sección 1.3.2, a continuación). De acuerdo con lo anterior y para simplificar la generación de informes, se ha formulado la regla siguiente:

Las emisiones procedentes de la quema de combustibles obtenidas directa o indirectamente de la alimentación a procesos para un proceso IPPU serán atribuidas a la parte de la categoría de fuente en la cual ocurre el proceso. Estas categorías de fuente son, normalmente, 2B y 2C. Sin embargo, si se transfieren los combustibles derivados para su combustión en otra categoría de fuente, las emisiones deben declararse en la parte apropiada de las categorías de fuente del Sector Energía (normalmente, 1A1 o 1A2).

Dos ejemplos pueden ayudar a ilustrar esta definición.

1. Si el gas de altos hornos se quema por completo dentro de la industria del hierro y el acero (ya sea para el calentamiento del aire inyectado, las necesidades de fuerza de la instalación o las operaciones de acabado de los metales), las emisiones asociadas se declaran en la subcategoría 2C1 de fuente IPPU. Si una parte del gas se entrega a una fábrica de ladrillos vecina para la producción de calor o a un productor de electricidad pública, entonces las emisiones se declaran en las subcategorías de fuente (1A2f o 1A1a).
2. Si el metano excedentario o el hidrógeno proveniente de la escisión por vapor de la nafta se quema dentro de la planta petroquímica a los fines de otro proceso, entonces las emisiones se declaran como emisiones en IPPU, 2B8. Por el contrario, si los gases se transfieren a una refinería vecina para ser utilizados como combustible, las emisiones deben declararse como 1A1b, Refinación del petróleo.

⁴ Si un país declara la captura de CO₂, es una *buena práctica* garantizar que el CO₂ sea almacenado en áreas de almacenamiento geológico de larga duración, controladas de conformidad con la orientación del Capítulo 5, Transporte, inyección y almacenamiento geológico de CO₂, del Volumen 2: Energía.

1.2.3 Precursores

Estas *Directrices* no incluyen metodologías para la estimación de las emisiones de precursores (NO_x , COVDM, CO, SO_2 y NH_3). Las emisiones de estos gases pueden estimarse mediante otras orientaciones bien establecidas. Un ejemplo es el la Guía de Inventarios de Emisiones del EMEP/CORINAIR (EEA, 2005). Esta guía ha sido desarrollada para los inventarios de emisiones de sustancias reguladas bajo el Convenio de la CEPE sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) (véase el Recuadro 7.1, Capítulo 7, Precursores y emisiones indirectas, del Volumen 1. Orientación general y generación de informes) y cubre todos los sectores de fuentes. Por lo tanto, debe considerársela como la fuente principal de información para la estimación de estas emisiones.

En el Volumen 1, Cuadro 7.1, se proporciona un vínculo entre las categorías de fuentes del IPCC y los correspondientes capítulos de metodología de la Guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR. Este cuadro aporta información sobre el capítulo específico de EMEP/CORINAIR en el cual se pueden encontrar las orientaciones metodológicas sobre NO_x , CO, COVDM, SO_2 y NH_3 . Incluye también información sobre la disponibilidad de los métodos y la importancia de las emisiones de precursores provenientes de ciertas categorías de fuentes.

Algunas de las metodologías y los factores de emisión indicados en la Guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR son pertinentes para las condiciones dadas y para las categorías de fuentes existentes, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Sin embargo, las diferencias entre los países desarrollados y los países en desarrollo pueden ser mayores para algunos sectores, como es el caso de los solventes y, por ello, se debe utilizar la Guía de inventario de emisiones de EMEP/CORINAIR con gran precaución.

1.2.4 N_2O indirecto

El depósito de compuestos que contienen nitrógeno en los suelos provoca emisiones de N_2O . Sucede tanto a través de procesos de nitrificación como de desnitrificación (véase el Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra). Se las denomina emisiones de « N_2O indirecto». Para garantizar la coherencia interna del inventario es importante estimar las emisiones indirectas a partir de los depósitos de compuestos que contienen nitrógeno emitidos en el Sector IPPU. La metodología es simple y atribuye todas las emisiones indirectas de N_2O a la fuente original del nitrógeno.

Las fuentes del nitrógeno son NO_x (NO y NO_2) y NH_3 . El NO_x es emitido originalmente a partir de la quema de combustibles, mientras que el NH_3 es emitido principalmente en la agricultura, aunque pueden ocurrir emisiones significativas provenientes de procesos industriales para ambos gases. La información necesaria para estimar las emisiones de NO_x y NH_3 puede hallarse en otros lugares. Un ejemplo es la Guía de Inventarios de Emisiones del EMEP/CORINAIR, (EEA, 2005).

Las orientaciones completas se presentan en el Capítulo 7, Precursores y emisiones indirectas, del Volumen 1: Orientación general y generación de informes, para la estimación de emisiones indirectas de N_2O resultantes de las emisiones de NO_x y/o NH_3 . Es una *buena práctica* estimar el N_2O indirecto en los países donde exista un inventario de NO_x y/o NH_3 .

1.2.5 Fuentes internacionales de datos

En la medida en la que estén disponibles, se debe dar preferencia a la utilización de los datos nacionales. En los casos en los que la disponibilidad de los datos constituye un problema, los compiladores de datos pueden consultar las fuentes internacionales para obtener estimaciones a partir de los datos sustitutos para los IPPU. Las fuentes incluyen:

- Las estadísticas de producción industrial de las Naciones Unidas (ONU) disponibles en versión impresa en el anuario *Industrial Commodity Statistics Yearbook* (UN, 2004) desde 1991 y en CD-ROM con estadísticas de 1950 en adelante. Los datos (expresados en unidades físicas) están dados por producto básico y por país para todos los años y para casi todos los productos básicos pertinentes para los inventarios de emisiones.
- La OCDE publica datos de producción en unidades monetarias (valor de producción) para los países de la OCDE (disponibles en el sitio Web: http://www.oecd.org/statsportal/0,2639,en_2825_293564_1_1_1_1_1,00.html), pero los datos para los años más recientes no están disponibles. La OCDE vende también una publicación con datos adicionales en el sitio Web: http://www.oecd.org/document/63/0,2340,en_2825_499554_1935935_1_1_1_1,00.html, pero según el sitio, los

datos más recientes son de 2001. Los datos de contabilidades nacionales pueden ser también consultados — mediante pago de una tarifa— hasta el año 2002. La más útil es quizás la base de datos STAN, (del inglés, *Industry Structural Analysis*) publicada por la OCDE (disponible también sólo a través de suscripción, en el sitio Web:

<http://hermia.sourceoecd.org/vl=4126925/cl=58/nw=1/rpsv/cw/vhosts/oecdstats/16081307/v265n1/contp1-1.htm>), que contiene datos monetarios de producción sobre las mayores industrias hasta el año 2002. Nótese, sin embargo, que el valor monetario refleja no sólo la cantidad de producción, sino también el precio del producto — que puede fluctuar de un año para otro— de modo que los datos deben utilizarse con precaución.

- Eurostat publica datos de PRODCOM (Eurostat, 2005) para muchos países europeos.
- Las estadísticas sobre la producción de un gran número de productos básicos y sobre las capacidades de las plantas individuales son proporcionadas por producto básico y por país por el Instituto Geológico de los Estados Unidos (USGS, del inglés, *US Geological Survey*) como parte de las estadísticas del USGS en *International Minerals Statistics and Information*, 2005.

CUADRO 1.1 CATEGORÍAS DE PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS Y SUS POSIBLES EMISIONES							
2 Procesos industriales y uso de productos ^(Nota 1, 2)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Otros gases halo-genados
2A Industria de los minerales							
2A1: Producción de cemento	X	*					
2A2: Producción de cal	X	*					
2A3: Producción de vidrio	X	*					
2A4: Otros usos de carbonatos en los procesos							
2A4a: Cerámicas	X	*					
2A4b: Otros usos de la ceniza de sosa	X	*					
2A4c: Producción de magnesia no metalúrgica	X	*					
2A4d: Otros	X	*					
2A5: Otros	X	*	*				
2B Industria química							
2B1: Producción de amoníaco	X	*	*				
2B2: Producción de ácido nítrico	*	*	X				
2B2: Producción de ácido adípico	*	*	X				
2B4: Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico	*	*	X				
2B5: Producción de carburo	X	X	*				
2B6: Producción de dióxido de titanio	X	*	*				
2B7: Producción de ceniza de sosa	X	*	*				
2B8: Producción petroquímica y de negro de humo							
2B8a: Metanol	X	X	*				
2B8b: Etileno	X	X	*				
2B8c: Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo	X	X	*				
2B8d: Óxido de etileno	X	X	*				
2B8e: Acrilonitrilo	X	X	*				
2B8f: Negro de humo	X	X	*				
2B9: Producción fluoroquímica ^(Nota 4)							
2B9a: Emisiones de productos derivados ^(Nota 5)				X	X	X	X
2B9b: Emisiones fugitivas ^(Nota 5)				X	X	X	X
2B10: Otros	*	*	*	*	*	*	*
2C Industria de los metales							
2C1: Producción de hierro y acero	X	X	*				
2C2: Producción de ferroaleaciones	X	X	*				
2C3: Producción de aluminio	X	*			X		
2C4: Producción de magnesio ^(Nota 6)	X			X	X	X	X
2C5: Producción de plomo	X						
2C6: Producción de zinc	X						
2C7: Otros	*	*	*	*	*	*	*
2D Productos no energéticos de combustibles y uso de solvente ^(Nota 7)							
2D1: Uso de lubricante	X						
2D2: Uso de la cera de parafina	X	*	*				
2D3: Uso de solvente ^(Nota 8)							
2D4: Otros ^(Nota 9)	*	*	*				
2E Industria electrónica							
2E1: Circuito integrado o semiconductor ^(Nota 10)	*		*	X	X	X	X
2E2: Pantalla de panel plano tipo TFT ^(Nota 10)				X	X	X	X
2E3: Productos fotovoltaicos ^(Nota 10)				X	X	X	X
2E4: Fluido de transporte y transferencia térmica ^(Nota 11)							X
2E5: Otros	*	*	*	*	*	*	*

CUADRO 1.1 (CONTINUACIÓN)							
CATEGORÍAS DE PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS Y SUS POSIBLES EMISIONES							
2 Procesos industriales y uso de productos ^(Nota 1, 2)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Otros gases halogenados
2F Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono							
2F1: Refrigeración y aire acondicionado							
2F1a: Refrigeración y aire acondicionado estacionario	*			X	X		*
2F1b: Aire acondicionado móvil	*			X	X		*
2F2: Agentes de soplado de espumas	*			X	*		*
2F3: Productos contra incendios	*			X	X		*
2F4: Aerosoles				X	X		*
2F5: Solventes ^(Nota 12)				X	X		*
2F6: Otras aplicaciones	*	*	*	X	X		*
2G Manufactura y utilización de otros productos							
2G1: Equipos eléctricos							
2G1a: Fabricación de equipos eléctricos ^(Nota 13)					X	X	*
2G1b: Uso de equipos eléctricos ^(Nota 13)					X	X	*
2G1c: Eliminación de equipos eléctricos ^(Nota 13)					X	X	*
2G2: SF ₆ y PFC de otros usos de productos							
2G2a: Aplicaciones militares					*	X	*
2G2b: Aceleradores ^(Nota 14)					*	X	*
2G2c: Otros					X	X	*
2G3: N ₂ O del uso de productos							
2G3a: Aplicaciones médicas			X				
2G3b: Propulsor para productos presurizados y aerosoles			X				
2G3c: Otros			X				
2G4: Otros	*	*		*			*
2H Otros							
2H1: Industria de la pulpa y del papel ^(Nota 15)	*	*					
2H2: Industria de la alimentación y la bebida ^(Nota 15)	*	*					
2H3: Otros	*	*	*				

- 1) «X» denota los gases para los cuales se ofrecen orientaciones metodológicas en este volumen.
- 2) «*» denota los gases que pueden ocasionar emisiones, pero para los cuales no se dan orientaciones metodológicas en este volumen.
- 3) Para los precursores (NO_x, CO, COVDM, SO₂ y NH₃), véase el Cuadro 7.1 en el Capítulo 7 del Volumen 1.
- 4) Las metodologías de Nivel 2 y 3 son aplicables a cualquiera de los gases fluorados de efecto invernadero detallados en los Cuadros 6.7 y 6.8 del informe Contribución del grupo de trabajo I para el Tercer informe de evaluación del IPCC (IPCC, 2001), que comprende los HFC, PFC, SF₆, alcoholes fluorados, éteres fluorados, NF₃, SF₂CF₃. En estos niveles todas las estimaciones están basadas en medidas, ya sea por medición de fugas en los procesos o por medición de emisiones, lo cual incluye las liberaciones específicas de los procesos. Para la metodología del Nivel 1, los valores por defecto se proveen para las emisiones HFC-23 provenientes de la fabricación de HFCF-22 y para las emisiones de HFC, PFC y SF₆. Para los demás materiales hay muy pocos fabricantes, cada cual con su tecnología individual, como para permitir el uso de valores por defecto generales.
- 5) Los «Otros gases halogenados» son los alcoholes fluorados, éteres fluorados, NF₃, SF₂CF₃.
- 6) Las pequeñas cantidades de CO₂ utilizadas como disolventes del SF₆ y emitidas durante el procesamiento del magnesio son consideradas insignificantes y contabilizadas usualmente en otros rubros. Los «otros gases halogenados» mencionados aquí incluyen principalmente las cetonas fluoradas.
- 7) Las emisiones provenientes de la alimentación a procesos en la industria petroquímica deben ser abordadas en 2B8 (Producción de productos petroquímicos y negro de humo). Las emisiones provenientes del uso de algunos productos deben ser atribuidas a cada categoría de fuente industrial (p. ej., de ánodos de carbono y electrodos → 2C (Industria de los metales)).
- 8) Sólo las emisiones de COVDM y de gases de efecto invernadero indirecto son relevantes para esta categoría. Por lo tanto, en este volumen no se dan orientaciones metodológicas. Para obtener orientaciones sobre el COVDM, véase el Capítulo 7, Volumen 1.
- 9) Están incluidas aquí las emisiones provenientes de la producción de asfalto, de la pavimentación de rutas e impermeabilización de techos. Para más detalles, véase la Sección 5.4 de este volumen.
- 10) Los «otros gases halogenados» son NF₃, c-C₄F₈O, etc.
- 11) Aquí, los «otros gases halogenados» incluyen C₄F₉OC₂H₅ (HFE-7200), CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂ (H-Galden 1040x), CHF₂OCF₂OCHF₂ (HG-10), etc.
- 12) Las emisiones provenientes del uso de gases fluorados deben declararse aquí. Las emisiones provenientes de los aerosoles que contienen solventes deben declararse bajo la Categoría 2F4 en vez de esta categoría. Las emisiones provenientes del uso de otros solventes deben declararse bajo 2D3.
- 13) Hasta el momento de escribir estas *Orientaciones*, no se han identificado las emisiones de «otros gases halogenados», pero es posible que estos gases puedan ser utilizados y emitidos en el futuro.
- 14) Hasta el momento de redactar estas *Orientaciones*, no se han identificado las emisiones de los PFC u «Otros gases halogenados», pero es posible que estos gases puedan ser utilizados y emitidos en el futuro.
- 15) Este volumen no contempla una sección específica para estas categorías, pero las orientaciones metodológicas sobre las emisiones de CO₂ provenientes del uso de carbonatos producidos por estas industrias se presentan en el Capítulo 2, Sección 2.5 de este volumen.

1.3 NATURALEZA DE LOS USOS NO ENERGÉTICOS DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Como se explica en la Sección 1.1, algunas emisiones de CO₂ provenientes de los combustibles fósiles se producen debido a utilizaciones que no están destinadas originalmente a propósitos energéticos, y en esta sección se describen los principios que han orientado su estimación y la generación de los informes correspondientes. Los métodos utilizados para estimar las emisiones están descritos en los capítulos sobre categorías de fuentes IPPU específicas (Capítulos 3, 4 y 5). Esta sección proporciona antecedentes importantes y adicionales para el uso de los datos relacionados con los usos no energéticos y sobre los vínculos entre estos datos y el uso de los combustibles fósiles.

El uso no energético es generalizado y diverso, y la declaración correcta de sus emisiones es conceptualmente difícil. Es una *buena práctica* garantizar que todos los combustibles fósiles suministrados para propósitos no energéticos puedan ser vinculados con los usos cubiertos por el inventario y que las emisiones declaradas sean coherentes con el carbono suministrado. De acuerdo con ello, la Sección 1.4 proporciona orientaciones para evaluar la coherencia y la exhaustividad de las emisiones de carbono provenientes del uso de los combustibles como alimentación a procesos. Estas orientaciones contemplan las acciones siguientes: (a) verificar que las necesidades en alimentación a procesos para los procesos incluidos en el inventario sean proporcionales a los suministros para la alimentación a procesos tal como esté registrado en las estadísticas nacionales sobre energía; (b) verificar que los totales declarados para las emisiones de CO₂ provenientes de fuentes de la alimentación a procesos y calculados «de abajo hacia arriba» en los diferentes niveles de subcategorías sean exhaustivos y coherentes; (c) documentar y declarar cómo estas emisiones son atribuidas en el inventario.

1.3.1 Tipos de utilización

Algunos combustibles primarios (carbón, gas natural) y secundarios derivados del carbón o del petróleo crudo pueden no ser utilizados como combustibles. Se suele hacer referencia a estos casos como utilizaciones no energéticas de los combustibles, aunque éstas puedan incluir la combustión de una parte del hidrocarburo contenido para aumentar su temperatura.

Según el uso, pueden distinguirse tres categorías de usos no energéticos:

1. *Alimentación a procesos*: combustibles fósiles que se utilizan como materias primas en procesos de conversión química con el fin de fabricar principalmente productos químicos orgánicos y, en menor medida, productos químicos inorgánicos (en particular el amoníaco) y sus derivados (OECD/IEA/Eurostat, 2004). En la mayoría de los casos, una parte del carbono queda incorporado al producto fabricado. El uso de hidrocarburos para la alimentación a los procesos de conversión está casi por entero circunscrito a las industrias químicas y petroquímicas.
2. *Agentes reductores*: se utiliza el carbono como agente reductor en la producción de varios metales (Capítulo 4) y de productos inorgánicos (Secciones 3.6 – 3.8). Se utiliza directamente como agente reductor o indirectamente a través de la producción intermedia de electrodos utilizados en la electrólisis. En la mayoría de los casos, sólo muy pequeñas cantidades de carbono son incorporadas al producto fabricado, mientras que la mayor parte se oxida durante el proceso de reducción.
3. *Productos no energéticos*: aparte de los combustibles, las refinerías y también los hornos de coque producen algunos productos no energéticos que son utilizados directamente (p. ej., sin conversión química) debido a sus propiedades físicas o diluyentes, o se venden a la industria química como producto químico intermedio. Los lubricantes y las grasas son utilizados en las máquinas debido a sus propiedades lubricantes; las ceras de parafina son utilizadas en las velas, en los recubrimientos de papeles, etc.; el alquitrán es utilizado en los techos y en las rutas por sus propiedades de impermeabilidad y de durabilidad. Las refinerías producen también espíritus blancos, los cuales son utilizados por sus propiedades como solventes.

En este capítulo se discuten las emisiones resultantes de los usos iniciales de los hidrocarburos que entran en estas tres categorías. En el Cuadro 1.2 se muestran los tipos de hidrocarburos utilizados en las tres categorías y las principales aplicaciones. La lista de tipos de combustibles y de procesos es ilustrativa pero no exhaustiva, pues algunas utilizaciones menores de productos de refinerías o de hornos de coque han sido omitidas. Por ejemplo, no se muestran las olefinas de refinería porque en las refinerías se produce sólo una fracción menor de las olefinas utilizadas para la fabricación de productos intermedios.

En esta sección se concentra la atención sobre las cuestiones relacionadas con la generación de informes sobre procesos industriales y emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles utilizados como sustancias para la

alimentación a procesos y como reductores (las categorías primera y segunda del Cuadro 1.2). Las cuestiones relativamente más simples que inciden sobre la estimación de las emisiones producidas por los usos iniciales de productos no energéticos (la tercera categoría del Cuadro) se presentan con sus respectivos métodos en el Capítulo 5.

Además de las emisiones provenientes del uso inicial de hidrocarburos, los productos fabricados a partir de sustancias para la alimentación a procesos (metanol, etileno, negro de humo) y sus derivados pueden conllevar emisiones adicionales posteriores a la fabricación y a la venta. Por ejemplo, la conversión de etileno en óxido de etileno conlleva emisiones sustanciales de CO₂ provenientes de procesos industriales (Sección 3.9).

Las emisiones provenientes de utilidades posteriores de productos no energéticos «usados» (desechos posteriores al consumo) no se incluyen en este volumen sobre el Sector IPPU, pero son abordadas en los Sectores Energía y Desechos según cómo ocurra su tratamiento, ya sea con o sin recuperación de energía o bien como tratamiento de aguas residuales.

CUADRO 1.2			
TIPOS DE UTILIZACIONES Y EJEMPLOS DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS PARA APLICACIONES NO ENERGÉTICAS			
Tipo de utilización	Ejemplo de tipos de combustible	Producto/proceso	Capítulo
Alimentación a procesos	gas natural, aceites, carbón	amoníaco	3.2
	nafta, gas natural, etano, propano, butano, diésel, fuelóleo	metanol, olefinas (etileno, propileno), negro de humo	3.9
Reductor	coque de petróleo	carburos	3.6
	carbón, coque de petróleo	dióxido de titanio	3.7
	coque metalúrgico, carbón pulverizado, gas natural	hierro y acero (primario)	4.2
	coques metalúrgicos	ferroaleaciones	4.3
	coque de petróleo, brea (ánodos)	aluminio ¹	4.4
	coque metalúrgico, carbón	plomo	4.6
	coque metalúrgico, carbón	zinc	4.7
Producto no energético	lubricantes	propiedades lubricantes	5.2
	ceras de parafina	miscelánea (p. ej., velas, recubrimientos)	5.3
	Alquitrán (asfalto)	Pavimentación de rutas e impermeabilización de techos	5.4
	espíritus blancos ² , algunos compuestos aromáticos	como solvente (pinturas, limpiado al seco)	5.5

¹ Utilizado también en la producción secundaria del acero (en hornos de arco eléctrico) (véase Capítulo 4.2).

² Conocidos también como trementina mineral, espíritus de petróleo o esencias de petróleo.

1.3.2 Contabilización de los usos de los combustibles fósiles como sustancias para la alimentación a procesos y como reductores, y de sus emisiones de CO₂

Idealmente, la estimación de las emisiones provenientes de los usos de los combustibles como sustancias para la alimentación a procesos y como reductores debería hacerse a partir del conocimiento de los datos de plantas específicas y que son pertinentes para el proceso considerado. Sin embargo, rara vez se dispone de todos los datos necesarios, pero para algunas de las estimaciones, por lo menos, pueden necesitarse los datos nacionales sobre los usos no energéticos de los combustibles. Para identificar los datos apropiados para las estimaciones de emisiones de CO₂ provenientes de los procesos que utilizan hidrocarburos combustibles como sustancias para la alimentación a procesos o reductores, es necesario comprender las relaciones que existen entre los flujos de hidrocarburos y los datos nacionales sobre energía.

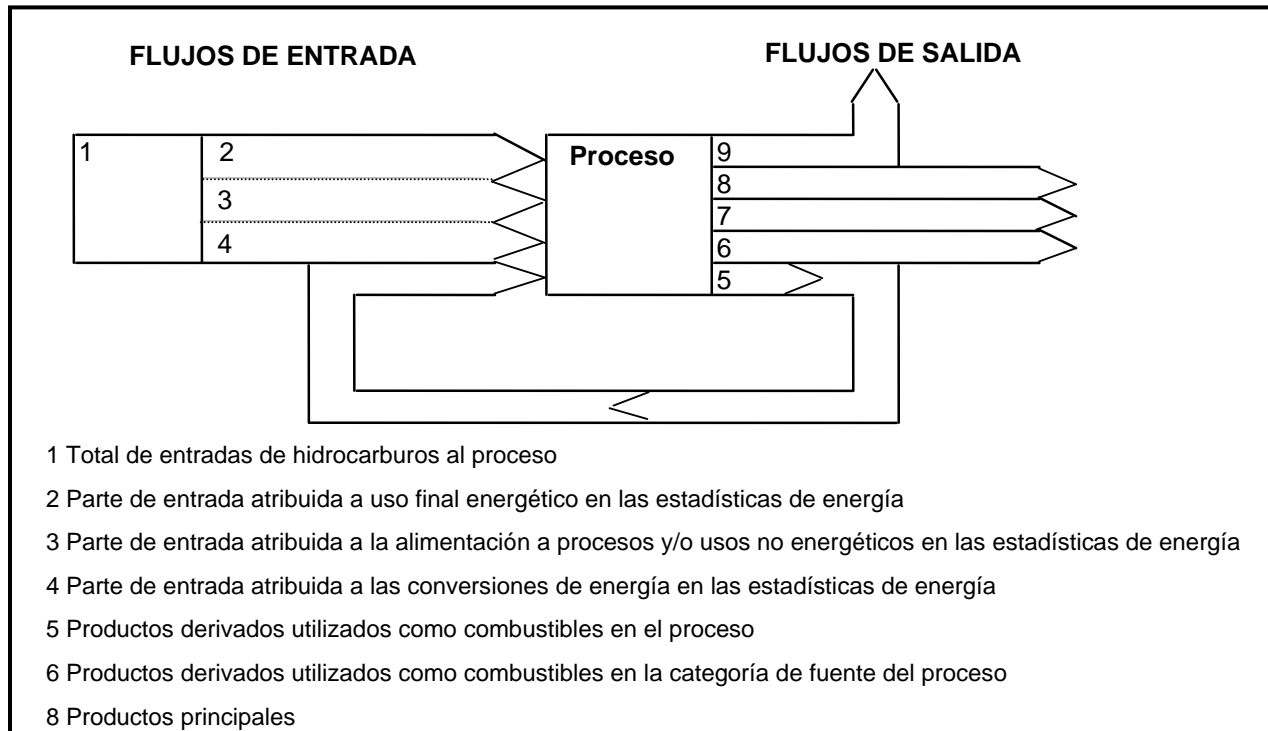
La utilización del término «uso no energético» difiere de un país a otro, así como en las fuentes de estadísticas sobre energía (Patel, 1999). Por ejemplo, a menudo, sucede que en las estadísticas sobre energía, las tres categorías mencionadas más arriba no están agrupadas como utilidades no energéticas. En la mayoría de las estadísticas sobre energía, las entradas de combustibles como *reductores* en los altos hornos no están incluidas pero son tomadas en cuenta como entradas a una actividad de conversión que transforma el coque en combustibles y como otras entradas a los gases de los altos hornos. La Agencia Internacional de Energía (AIE) utiliza este método. También declara la categoría *alimentación a procesos* como elemento recordatorio bajo el rubro utilización de la energía dentro de la rama productos químicos de la industria, mientras que los suministros provenientes de productos no energéticos, tal como se definen más arriba, son declarados bajo «utilidades no energéticas». Por el contrario, en muchas estadísticas nacionales sobre energía, el total de las tres categorías (generalmente sin los altos hornos) se declaran como categoría única llamada uso no energético.

Esta práctica de contabilización para los usos de combustibles como sustancias para la alimentación a procesos y reductores difiere significativamente entre los países y entre los procesos. En la Figura 1.2 se ilustra un *balance general de hidrocarburos* para los procesos en los cuales las entradas de hidrocarburos son utilizadas con propósitos relacionados con la alimentación a procesos o con los reductores. Esta figura puede ayudar a comprender las diferencias que existen entre los diferentes países en materia de fronteras de categorías para cada sistema de contabilización de los usos no energéticos en relación con sus respectivas estadísticas sobre energía.

En algunos procesos que utilizan hidrocarburos como materias primas, los combustibles derivados son producidos cerca del sitio de producción de los productos principales. Los productos derivados son quemados para proveer energía, ya sea al proceso mismo (Flujo 5), a otros procesos en el mismo sector industrial (Flujo 6) o en cualquier otra parte, en otro sector industrial (Flujo 7).

En el caso de la producción de hierro primario en los altos hornos, el coque es utilizado junto con el carbón y otras entradas suplementarias para reducir el mineral ferroso. Se fabrica el coque a partir del carbón en hornos de coque que también generan alquitrán y gas de horno de coque. En los altos hornos se produce el gas de altos hornos. El arrabio que se forma en el alto horno es transformado en su mayor parte en acero en el horno básico de oxígeno lo cual produce gas de horno de oxígeno: éste contiene la mayor parte del carbón incorporado al arrabio. Algo del arrabio puede ser suministrado también a las fundiciones de hierro y a otras aplicaciones. Para mantener un balance de energía, las entradas a los hornos de coque y a los altos hornos, normalmente se declaran en las estadísticas nacionales e internacionales sobre energía, no como usos no energéticos (reductores), sino que se identifican como flujos en el sector de conversión de energía. Todos los productos de estos procesos (coque, gas de horno de coque, alquitranes, gases de altos hornos y gases de horno de oxígeno) se declaran como salidas del sector conversión, excepto si algunas partes se consumen en el mismo proceso o en otros procesos del sector conversión. La salida del sector conversión se declara como uso final de energía (en el sector donde el combustible es utilizado) o como uso final no energético.

Figura 1.2 Balance material general de los procesos industriales en los cuales se fabrican los productos utilizando sustancias para la alimentación a procesos provenientes de hidrocarburos (el tamaño de los flujos es arbitrario).



(Adaptado de Neelis *et al.*, 2005)

En el proceso de escisión al vapor empleado para producir etileno y otros productos químicos básicos, además de los productos principales (Flujo 8), se producen productos derivados de los combustibles. Éstos son utilizados en parte para sostener la reacción endotérmica de escisión al vapor (Flujo 5), en parte como combustibles para otros propósitos de orden químico (Flujo 6) y en parte para otros sectores (Flujo 7, p. ej., flujos de retorno hacia las refinerías para incorporarlos a la producción de refinería). En contraste con la industria del hierro primario y del acero, es frecuente que en las estadísticas nacionales sobre la energía, la conversión de los hidrocarburos de entrada en productos derivados de combustibles no se aborde como proceso de conversión de energía: por lo general, sucede porque los datos sobre producción de derivados de combustibles no están disponibles. En cambio, la entrada total de hidrocarburos (incluidos los hidrocarburos que aparecerán en los productos derivados de los combustibles) se atribuye al uso en la alimentación a procesos. En los países donde la producción de productos derivados es conocida, la quema de productos derivados combustibles puede incluirse en las estadísticas nacionales sobre la energía como consumo de energía final y puede excluirse de los usos no energéticos.

En la producción de gas de síntesis para producir amoníaco, metanol y otros productos químicos, la entrada de hidrocarburos se utiliza para producir gas de síntesis a través de la reformación de vapor o del proceso de oxidación parcial. Dado que la reformación de vapor es un proceso endotérmico, se quema una parte del hidrocarburo en un horno para sostener la reacción. Por lo tanto, una parte de la entrada de hidrocarburos da lugar a emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles, mientras que otra parte da lugar a emisiones en los procesos industriales. En el reformado al vapor convencional, la combustión y la reformación tienen lugar en reactores separados y pueden existir datos separados sobre los requerimientos de hidrocarburos de cada uno de estos procesos. En el caso de los procesos de concepto avanzado y de la oxidación parcial, resulta mucho más difícil distinguir claramente entre la combustión y las emisiones de procesos. De acuerdo con el principio de atribución presentado en el Recuadro 1.1, todas las emisiones debidas a la producción de gas de síntesis deben declararse en el sector IPPU.

Los usos de *otras entradas de hidrocarburos* en otros procesos diferentes de los que se abordan aquí pueden declararse también como usos no energéticos en las estadísticas nacionales sobre energía. La figura modelo precedente y los procesos ya descritos deben, por lo tanto, considerarse como ejemplos.

En las estadísticas nacionales sobre energía puede aplicarse una definición bruta del uso no energético para estos procesos en la cual el *total* de la entrada de hidrocarburos se atribuye a utilidades no energéticas. Los expertos estadísticos pueden aplicar también una definición neta en la cual se resta del total de entrada la parte atribuida al uso de energía final en el proceso. En el caso de una definición «bruta», el Flujo 1 es igual al Flujo 3 de la Figura 1.2 y los Flujos 2 y 4 están ausentes. En el caso de la definición «neta», la entrada (Flujo 1) se divide entre usos no energéticos (Flujo 3) y usos de energía final (Flujo 2). Aparte de las definiciones bruta pura y neta pura, a veces se aplican métodos mixtos según la disponibilidad de los datos para ciertos procesos y para ciertos combustibles. Al elaborar los inventarios de un país dado, es necesario comprender bien la definición de uso no energético, de modo que se puedan prevenir el cómputo doble y garantizar que las emisiones de CO₂ no sean pasadas por alto. En el caso ideal, los datos disponibles deben cubrir todos los flujos identificados en la Figura 1.2. Por otro lado, el consumo de combustibles en el proceso (Flujo 5) permitirá hacer una estimación de las emisiones del Sector IPPU. Sin embargo, es infrecuente que ambos conjuntos de datos estén disponibles, de modo que la descripción precedente de los procesos y de los datos debe aportar suficientes elementos de comprensión para orientar la búsqueda de los elementos principales de información requeridos para declarar emisiones del Sector IPPU. Se trata del carbono combustible suministrado al proceso (Flujo 1), el carbono contenido en los productos (Flujo 8) y los productos derivados combustibles *utilizados en otra categoría de fuente* (Flujo 7; véase también el Recuadro 1.1). Una estimación de las emisiones puede hacerse restando los últimos elementos al primero.

1.3.3 Emisiones provenientes de los procesos de refinerías

Las refinerías fabrican productos del petróleo para usos en tanto que combustibles y usos no energéticos, y en este proceso producen hidrógeno y otros gases, productos intermedios y productos químicos básicos. Las emisiones provenientes de los combustibles consumidos por las refinerías para realizar esta actividad se declaran como emisiones del Sector Energía. Este principio se mantiene en las *Orientaciones*, aun cuando algunas utilidades de combustibles en las refinerías estén destinadas a sustentar la fabricación de productos químicos para la venta (por ejemplo, el propileno o los compuestos aromáticos). La fabricación de productos químicos básicos en las refinerías ocurre normalmente, y de manera usual, a través del tratamiento de los productos derivados de las fabricaciones dominantes. Estos productos químicos básicos pueden utilizarse en otros procesos de la refinería o transferirse hacia instalaciones petroquímicas vecinas. Sin embargo, en algunas circunstancias, la demanda de productos químicos básicos puede inducir a la refinería a ajustar los procesos de producción para aumentar el suministro del producto químico y venderlo directamente en el mercado. A pesar de esta actividad, el uso de combustible para sustentar todos los procesos se considera todavía como combustible de refinería y las emisiones como emisiones del Sector Energía. Es importante reconocer que se considera la producción de productos químicos básicos destinados a la venta una actividad secundaria de las refinerías y distinta de la fabricación de productos químicos en instalaciones petroquímicas vecinas o localizadas conjuntamente. Esto es coherente con la clasificación estadística aparte de ambas actividades económicas.

1.4 CC de la exhaustividad y atribución del CO₂ proveniente de usos no energéticos

1.4.1 Introducción

El compilador del inventario cumple la tarea de minimizar las omisiones y evitar el cómputo doble de emisiones de productos que contienen carbono fósil. Es importante también garantizar que todas las fuentes hayan sido identificadas y atribuidas correctamente a una categoría de fuente.

Más abajo se describen dos métodos de Control de calidad (CC) destinados a facilitar la organización y el acabado de esta tarea. No se espera que los compiladores del inventario obtengan datos sobre usos no energéticos que no estén normalmente disponibles, excepto en los casos en los que las verificaciones de balance referidas más abajo revelen insuficiencias significativas que requieran explicación.

Antes de efectuar verificaciones de CC es necesario comprender la definición de uso no energético (incluso el de uso como sustancia para alimentación a procesos y como reductor) y los principios aplicados para su categorización se describen en la Sección 1.3. Las emisiones provenientes de los usos del carbono contenido en los materiales en cada una de las categorías pueden producirse durante los primeros o sucesivos usos, bajo la forma de productos de derivación, al igual que al momento de su destrucción final. Con el fin de evitar el cómputo doble, es fundamental estar consciente de que algunas de las emisiones de carbono provenientes de los productos derivados de combustibles fósiles serán declaradas en el Sector Desechos o en el Sector Energía.

En suma, es una *buena práctica* verificar la exhaustividad de todos los combustibles y fuentes analizados aquí y documentar dónde y cómo se los declara en el inventario. El compilador debe garantizar que todo combustible fósil utilizado con propósitos no energéticos pueda ser vinculado con los usos cubiertos por el inventario y verificar que las emisiones declaradas sean coherentes con el carbono utilizado. Los dos métodos de CC propuestos para verificar la exhaustividad son los siguientes:

- (a) Verificar que los totales declarados —calculados «de abajo hacia arriba»— para las emisiones de CO₂ provenientes de los usos no energéticos de combustibles fósiles en los diferentes niveles de subcategorías sean exhaustivos y coherentes (Sección 1.4.3.1)
- (b) Verificar que los requerimientos en la alimentación a los procesos incluidos en el inventario estén equilibrados con los suministros de sustancias para la alimentación a procesos, tal como esté registrado en las estadísticas nacionales sobre energía. (Sección 1.4.3.2)

En la práctica, las actividades de CC constituyen sólo una parte del proceso de desarrollo del inventario y los compiladores tienen que equilibrar, por un lado, los objetivos del control de calidad, una exactitud mejorada y una incertidumbre reducida y, por otro, las exigencias para poder cumplir con los plazos y con la rentabilidad. Un sistema de *buenas prácticas* busca lograr ese equilibrio y permitir el mejoramiento continuo de las estimaciones del inventario. En la Sección 6.2 del Volumen 1 se ofrece más información sobre las consideraciones prácticas relativas a la manera de priorizar los esfuerzos de GC/CC y de verificación. Tomando esto en cuenta, se considera una *buena práctica* efectuar al menos la primera verificación de exhaustividad sobre emisiones de CO₂, particularmente si las emisiones totales declaradas de CO₂ provenientes de usos no energéticos de combustibles son superiores a la *categoría principal* de más bajo nivel. Además, se insta al compilador del inventario a verificar el balance entre suministros y requerimientos de la alimentación a procesos, si dispone de las condiciones suficientes para hacerlo.

Además de ofrecer estos métodos de CC, esta sección presenta también orientaciones para documentar y declarar cómo se atribuyen estas emisiones en el inventario y cómo se verifica la exhaustividad (Sección 1.4.4). Las emisiones de CO₂ provenientes de usos no energéticos están incluidas junto con las emisiones del Sector Energía (1A), allí donde hayan sido utilizados gases de desecho de los procesos IPPU y declarados en el Sector Energía. Independientemente de cualquier control de calidad efectuado sobre la exhaustividad y por razones de transparencia y de comparabilidad entre países, es una *buena práctica* informar dónde se han atribuido estas fuentes en el inventario (véase formato de ejemplo en la Sección 1.4.4).

1.4.2 Rango de aplicabilidad de los métodos

El CC de exhaustividad (abordado en la Sección 1.4.3) puede distinguirse del CC de la documentación sobre atribuciones, que se aborda en la Sección 1.4.4. La verificación de la exhaustividad en la contabilización utiliza dos métodos «de arriba hacia abajo», cada uno de los cuales tiene limitaciones de aplicabilidad para las emisiones provenientes de los primeros usos de los combustibles para fines no energéticos. El CC de atribución verifica dónde se han declarado todas las emisiones provenientes de los usos no energéticos de los combustibles, la destrucción de productos no energéticos y las emisiones fugitivas de la fabricación de combustibles.

Además de verificar la exhaustividad del CO₂, se insta al compilador del inventario a verificar el balance entre los suministros y los requerimientos de la alimentación a procesos, si dispone de las condiciones suficientes para ello. Esta verificación utiliza los mismos datos sobre la alimentación a procesos y otros usos no energéticos, tomados de las estadísticas sobre energía, y sobre contenidos de carbono, que los utilizados en los cálculos del carbono excluido indicados en el Método de referencia para el CO₂ proveniente de la quema de combustibles del Sector Energía (véase el Capítulo 6, Volumen 2)

1.4.3 Control de calidad de la exhaustividad

La *verificación de la exhaustividad del CO₂* (Sección 1.4.3.1) comienza con los datos de balance de energía y está diseñada para verificar que todas las emisiones significativas de CO₂ provenientes de los primeros usos no energéticos de los combustibles fósiles hayan sido declarados, sin cómputo doble, en alguna parte del inventario. Las emisiones son la suma de las emisiones de CO₂ provenientes de: (a) combustibles utilizados como alimentación a procesos en la industria química; (b) combustibles utilizados como reductores en la industria del metal; (c) productos de combustibles oxidados durante el uso (emisiones directas o emisiones de carbono que contienen gases diferentes del CO₂ (COVDM, CO y CH₄), oxidados parcial o totalmente en la atmósfera).

Las emisiones sucesivas de CO₂ pueden producirse en la fase de desecho si los óleos o los productos de desecho son incinerados. Sin embargo, la cantidad de carbono fósil que contiene productos que se eliminan anualmente como desechos no es igual a la cantidad utilizada anualmente para los primeros usos, porque el carbono fósil que contiene productos puede ser importado o exportado, o bien porque los productos pueden ser utilizados durante

varios años antes de ser descartados. Las complicaciones que surgen del comercio exterior son igualmente válidas para las emisiones que resultan del uso de los productos fabricados a partir de las sustancias para la alimentación a procesos y de sus derivados. Puesto que los productos de derivación también pueden importarse o exportarse, las emisiones provenientes de su uso (p. ej., de la producción de óxido de etileno o de acrilonitrilo) no pueden vincularse directamente con el primer uso no energético de los combustibles fósiles. Debido a estas razones, la *verificación de la exhaustividad del CO₂* se limita a los primeros usos no energéticos del carbono fósil que generan emisiones y no incluye las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración de desechos. Otras fuentes no energéticas de CO₂ fósil son: la quema en antorcha, la ventilación y otras emisiones fugitivas de la Categoría 1B. Éstas están igualmente excluidas de este método de verificación de la exhaustividad.

La *verificación del balance de la alimentación a procesos* (Sección 1.4.3.2) es más simple y comienza con las estadísticas no energéticas de los suministros de sustancias para la alimentación a procesos y reductores y luego las compara con los requerimientos declarados (o inferidos) de la alimentación a los numerosos procesos IPPU. Esta verificación identifica las discrepancias entre estos dos conjuntos de datos, las cuales pueden indicar omisiones de procesos o usos de sustancias para la alimentación a procesos que han sido clasificados como quema de combustibles.

1.4.3.1 Verificación de la exhaustividad del CO₂

El principio de este método está basado en la realización de comparaciones entre las emisiones declaradas de CO₂ y las emisiones potenciales de CO₂ provenientes de usos no energéticos. En él se distinguen tres etapas:

1. Los contenidos de carbono equivalente-CO₂ se calculan para el uso no energético de los combustibles fósiles tal como estén declarados en las estadísticas nacionales sobre energía (incluidos el coque y otras entradas de combustibles sólidos en los altos hornos).
2. Las emisiones totales de CO₂ declaradas por subcategoría IPPU se ponen en relación con los (principales) combustibles utilizados con propósitos no energéticos. Debe incluir las emisiones provenientes de los productos derivados de los combustibles que se transfieren del sector IPPU y declaran en otros lugares en el sector Energía.
3. Las emisiones totales de CO₂ fósil IPPU declaradas se comparan con una estimación «de arriba hacia abajo» del CO₂ potencial existente en el contenido de carbono de las sustancias utilizadas para la alimentación a procesos. La comparación se realiza mediante el cálculo del CO₂ efectivamente liberado como fracción del CO₂ potencial contenido en los combustibles de entrada. Las fracciones pueden entonces compararse con los valores observados para diferentes industrias (véase más abajo, «Etapas 3: Acciones derivadas de la comparación»). En el caso de que se observen discrepancias significativas, deben enumerarse las causas probables, tomando en cuenta el grado de exactitud en la atribución de fuentes a los combustibles tomados individualmente.

Etapas 1: Cantidad de sustancias para la alimentación a procesos y contenido de carbono equivalente-CO₂

La cantidad de sustancias para la alimentación a procesos y de uso no energético introducida en el Cuadro 1.3 corresponde al consumo de cada combustible con fines «no energéticos», tal como esté declarado en las estadísticas nacionales sobre energía. Estas cantidades deben ser expresadas o convertidas en terajulios (TJ) usando los valores calóricos netos (calentamiento débil) (véase el Capítulo 1 del Volumen 2 para consultar los valores por defecto del Sector IPPU). Seguidamente, las emisiones potenciales CO₂-equivalentes asociadas con el contenido de carbono pueden calcularse utilizando los valores de contenido de carbono específicos por país o los valores por defecto del IPCC (véase el Capítulo 1 del Volumen 2 para consultar los valores por defecto del IPCC).

Si en las estadísticas sobre energía, un país da cuenta por separado de los montos de producción de gases de productos derivados provenientes de los procesos químicos de producción, se los debe sumar, en la columna superior, a los montos asociados con las emisiones de CO₂ provenientes de la alimentación a procesos y a los montos correspondientes de CO₂-equivalente calculados usando los valores de contenido de carbono específicos por país.

Etapas 2: Atribución de las emisiones de CO₂ de las categorías de fuente a uno o más combustibles de alimentación a procesos

Las emisiones de CO₂ declaradas en el Sector IPPU que provienen principalmente de las industrias del metal y químicas, deben atribuirse a los tipos de combustible correspondientes utilizados como entradas del proceso. Las emisiones resultantes del uso no energético de combustibles fósiles, y declaradas en otros lugares, deben incluirse aquí también. Las orientaciones para realizar esta atribución se presentan en el Cuadro 1.3, donde, para cada subcategoría, el combustible de alimentación a procesos más común está marcado con un recuadro en

negrita. Los otros combustibles cuya utilización como sustancia para la alimentación a procesos para estas fuentes es conocida, están indicados con un recuadro normal. En la mayoría de los casos, estos recuadros representan las únicas atribuciones que deben ser verificadas para la aplicación específica por país. Si no hay información específica disponible, todas las emisiones de CO₂ pueden asignarse al recuadro en negrita. Allí donde la información específica por país indique que varios combustibles son utilizados como alimentación a procesos, pueden utilizarse tanto las fracciones específicas para cada combustible como asignársele a cada uno una idéntica fracción del total de la fuente.

Etapa 3: Acciones derivadas de la comparación

La fracción de CO₂ potencial efectivamente liberado puede calcularse por tipo de combustible o por grupos de combustible y evaluarse por su nivel, tendencia y variación a través de los años. Los valores de las fracciones pueden compararse con los valores inferidos de la información proporcionada respecto de los niveles metodológicos para las categorías de fuente o con valores tomados de publicaciones especializadas (p. ej., Neelis *et al.*, 2005).

Es previsible que se observen pequeñas discrepancias debido a diferencias entre las características tecnológicas u operacionales específicas de los procesos. Pueden surgir discrepancias importantes a partir de diferencias significativas entre tecnologías, de comparaciones realizadas con datos o publicaciones de otros países o del uso de una definición diferente para la alimentación a procesos (para más detalles, véase la Sección 1.3). Una tercera explicación para la aparición de discrepancias es que provengan de errores en la presunta atribución de emisiones de categoría de fuente a ciertos tipos de combustible utilizados como alimentación del proceso.

CUADRO 1.3 VERIFICACIÓN DE LA EXHAUSTIVIDAD DE LOS INFORMES DE CO₂ PROVENIENTE DEL USO NO ENERGÉTICO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

NOTAS	Año: _____		Unidad	Coque	Alquitrán de hulla	Aceites de hulla	Gas BF/OF	(Gas CO) b)
	1							
2	A : NEU declarado (del balance de productos básicos)		TJ					
3	B: Contenido de carbono		kg C/GJ					
4	C: Total suministrado para alimentación/no-energía [C = A * B / 1000]		Gg C					
5	D: Total suministrado para alimentación/no-energía [D = C * 44/12]		Gg CO ₂ -eq.					
6	E: Fracción del carbono implicado que se oxida [E = F / D * 100]		%					
		Actividad a)	CO ₂ Emisiones a)	IEF CO ₂				
6	F: Total de CO ₂ fósil declarado en IPPU		Gg CO ₂					
7	2 PROCESOS INDUSTRIALES		Gg CO ₂					
7	2A: Industria de los minerales (especifique la sub-categoría)		Gg CO ₂					
7	2B: Industria Química		Gg CO ₂					
	2B1:	Producción de amoníaco	Gg CO ₂					
	2B5:	Producción de carburo	Gg CO ₂					
	2B6:	Producción de dióxido de titanio	Gg CO ₂					
	2B8:	Producción petroquímica y de negro de humo	Gg CO ₂					
	2B8a:	Metanol	Gg CO ₂					
	2B8b:	Etileno	Gg CO ₂					
	2B8c:	Negro de humo	Gg CO ₂					
	2B10:	Otro	Gg CO ₂					
7	2C: Industria de los metales		Gg CO ₂					
	2C1:	Producción de hierro y acero	Gg CO ₂					
	2C2:	Producción de ferroaleaciones	Gg CO ₂					
	2C3:	Producción de aluminio	Gg CO ₂					
	2C5:	Producción de plomo	Gg CO ₂					
	2C6:	Producción de cinc	Gg CO ₂					
	2C7:	Otro	Gg CO ₂					
7	2D: Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente		Gg CO ₂					
	2D1:	Uso de lubricantes	Gg CO ₂					
	2D2:	Uso de ceras de parafina	Gg CO ₂					
	2D3:	Uso de solventes	Gg CO ₂					
	2D4:	Otro	Gg CO ₂					
7	2H: Otros		Gg CO ₂					
	2H1:	Industria de la pulpa y el papel	Gg CO ₂					
	2H2:	Industria de la alimentación y las bebidas	Gg CO ₂					
	2F3:	Otro	Gg CO ₂					
	EXCEPCIONES DECLARADAS EN OTRAS FUENTES		Gg CO ₂					
7	1A ACTIVIDADES DE QUEMA DE COMBUSTIBLES		Gg CO ₂					
	1A1a:	Actividad principal electricidad y producción de calor	Gg CO ₂					
	1A1b:	Refinamiento de petróleo	Gg CO ₂					
	1A1c:	Manufactura de combustibles sólidos y otras industria energía	Gg CO ₂					
	1A2:	Industrias manufactureras y de la construcción	Gg CO ₂					

- a) Los mismos datos sobre la actividad y las emisiones que en el cuadro de antecedentes por sector (también para Datos de la actividad NE, NO, C y para las emisiones NE, NO, IE, donde sea aplicable)
- b) Incluir sólo si la producción de coque se declara como parte de la producción integrada de hierro y acero
- 1: Debe especificarse por cada año
- 2: Refiérase a la Hoja de trabajo auxiliar para el Método de referencia del CO₂ para restar el NEU del consumo aparente total
- 3: Valores por defecto del IPCC o específicos del país
- 4: Denominadas emisiones potenciales, es decir, carbono integrado en los combustibles para alimentación/no-energética, expresado en equivalente- CO₂
- 5: Cociente de las emisiones de CO₂ (emisiones directas declaradas también como entradas atmosféricas de CO₂ desde otros carbonos (no CO₂)) a un cierto nivel de agregación (por tipo detallado de combustible o por combustible principal) sobre el total potencial de CO₂ en los combustibles NEU de alimentación consumidos
- 6: Suma de la sub-categorías indicadas más abajo, incluidas las fuentes IPPU atribuidas a las Actividades de consumo de combustibles 1A (debido a la transferencia de combustibles derivados hacia otra categoría de fuente (y 1B, 4C, cuando corresponda)
- 7: Suma de las sub-categorías de esa categoría

CUADRO 1.3 (CONTINUACIÓN) VERIFICACIÓN DE LA EXHAUSTIVIDAD DE LOS INFORMES DE CO₂ PROVENIENTE DEL USO NO ENERGÉTICO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

NOTAS	Año: _____	Unidad	Líquidos											Total líquidos	Total gas	
			Nafta	Gasóleo	Fuelóleo	Etano	GPL b)	Coque de petróleo	Otro	Gas químico	Lubricantes	Ceras	Bitumen			
1																
2	A : NEU declarado (del balance de productos básicos)	TJ														
3	B: Contenido de carbono	kg C/GJ														
	C: Total suministrado para alimentación/no-energía $[C = A * B / 1000]$	Gg C														
4	D: Total suministrado para alimentación/no-energía $[D = C * 44/12]$	Gg CO ₂ -eq.														
5	E: Fracción del carbono implicado que se oxida $[E = F / D * 100]$	%														
			Actividad a)	CO ₂ Emisiones a)	IEF CO ₂											
6	F: Total de CO₂ fósil declarado en IPPU	Gg CO ₂														
	PROCESOS INDUSTRIALES	Gg CO ₂														
7	2A: Industria de los minerales	Gg CO ₂														
	(especifique la sub-categoría)	Gg CO ₂														
7	2B: Industria Química	Gg CO ₂														
	2B1: Producción de amoníaco	Gg CO ₂														
	2B5: Producción de carburo	Gg CO ₂														
	2B6: Producción de dióxido de titanio	Gg CO ₂														
	2B8: Producción petroquímica y de negro de humo	Gg CO ₂														
	2B8a: Metanol	Gg CO ₂														
	2B8b: Etileno	Gg CO ₂														
	2B8c: Negro de humo	Gg CO ₂														
	2B10: Otro	Gg CO ₂														
7	2C: Industria de los metales	Gg CO ₂														
	2C1: Producción de hierro y acero	Gg CO ₂														
	2C2: Producción de ferroaleaciones	Gg CO ₂														
	2C3: Producción de aluminio	Gg CO ₂														
	2C5: Producción de plomo	Gg CO ₂														
	2C6: Producción de cinc	Gg CO ₂														
	2C7: Otro	Gg CO ₂														
7	2D: Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	Gg CO ₂														
	2D1: Uso de lubricantes	Gg CO ₂														
	2D2: Uso de ceras de parafina	Gg CO ₂														
	2D3: Uso de solventes	Gg CO ₂														
	2D4: Otro	Gg CO ₂														
7	2H: Otros	Gg CO ₂														
	2H1: Industria de la pulpa y el papel	Gg CO ₂														
	2H2: Industria de la alimentación y las bebidas	Gg CO ₂														
	2F3: Otro	Gg CO ₂														
	EXCEPCIONES DECLARADAS EN OTRAS FUENTES	Gg CO ₂														
7	1A ACTIVIDADES DE QUEMA DE COMBUSTIBLES	Gg CO ₂														
	1A1a: Actividad principal electricidad y producción de calor	Gg CO ₂														
	1A1b: Refinamiento de petróleo	Gg CO ₂														
	1A1c: Manufactura combustibles sólidos y otras industria energía	Gg CO ₂														
	1A2: Industrias manufactureras y de la construcción	Gg CO ₂														

Nota: en el cuadro, los recuadros en negrita representan los principales combustibles utilizados como alimentación a procesos o agentes reductores para los procesos indicados a la izquierda. Los recuadros normales representan otras sustancias para la alimentación a procesos o reductores para los procesos indicados a la izquierda.

1.4.3.2 Verificación del balance de sustancias para la alimentación a procesos

El principio del método de *verificación del balance de la alimentación a procesos* consiste en comparar el suministro de sustancias para la alimentación a procesos y de reductores, tal como están declarados en las estadísticas nacionales sobre combustibles, con los requerimientos de alimentación de cada proceso que las utiliza. La existencia de una diferencia significativa entre los suministros y los requerimientos de una sustancia para alimentación a procesos conduce a varias acciones. Éstas se sugieren con el fin de identificar la omisión de utilidades de alimentación a procesos en el inventario de usos de los combustibles en tanto que alimentación a procesos que hayan sido declarados como consumo o como conversión de combustibles.

A diferencia de la *verificación de exhaustividad del CO₂*, la *verificación del balance de sustancias para la alimentación a procesos* se efectúa al nivel de las cantidades de combustibles y no de las cantidades de emisiones de CO₂. El método persigue obtener la confirmación de que el carbono de la alimentación a procesos haya sido atribuido satisfactoriamente a las categorías de fuente identificadas en el inventario.

Los detalles de aplicación del método se explican más abajo y se presentan en una hoja de trabajo lista para ser utilizada (Cuadro 1.5a). En el Cuadro 1.4 se presenta una lista de los combustibles que deben ser considerados.

CUADRO 1.4 LISTA DE COMBUSTIBLES FÓSILES QUE PUEDEN SER UTILIZADOS COMO PRODUCTOS QUÍMICOS INTERMEDIOS O COMO REDUCTORES				
Sólidos	Líquidos		Gases	Otros combustibles
carbón	gas de refinería	nafta	gas natural	otro combustible
coque metalúrgico*	etano	queroseno		desechos (carbono fósil)
coque de petróleo*	propano	gasóleo (diésel)		
alquitranes (de hulla) y óleos de carbón*	butano	fuelóleo		
	GPL	óleos de desecho		

* Incluye utilidades tales como los electrodos.

Etapa 1: Suministro de sustancias para la alimentación a procesos

Las cifras correspondientes a los suministros de sustancias para la alimentación a procesos y de reductores se toman de las estadísticas nacionales presentadas en los balances de productos básicos o de energía. Estas cifras se presentan como usos no energéticos o usos de alimentación a procesos, según las convenciones del país en particular, y los usos como reductores se presentan como entradas de los procesos de transformación. Estas cantidades deben ser expresadas (o convertidas) en terajulios (TJ) usando valores calóricos netos (calentamiento débil) (véase el Capítulo 1 del Volumen 2 para consultar los valores por defecto del IPCC).

Los fundamentos de las definiciones usadas en la generación de informes difieren de un país al otro y esta consideración se discute exhaustivamente en las Secciones 1.2.1 y 1.3.2. Por lo tanto, es necesario tomar ciertas precauciones y usar las cifras correctas para las entradas de hidrocarburos, que deben corresponderse con los requerimientos brutos de hidrocarburos de los procesos relacionados con la alimentación a procesos o con los reductores (incluidas las entradas no etiquetadas o etiquetadas parcialmente como utilidades no energéticas en las estadísticas sobre energía). Para la *verificación del balance de sustancias para la alimentación a procesos* descrito aquí, se requiere el valor de la entrada total de hidrocarburos en los procesos atribuida a los usos de las sustancias para la alimentación a procesos o de reductores. Esto, porque en las cifras del consumo específico en alimentación a procesos (SFC, del inglés, *Specific Feedstock Consumption*) de cada proceso, tal como están dadas en el cuadro, están incluidos los requerimientos de combustibles. El SFC corresponde al monto requerido (expresado en TJ/Gg) de sustancias para la alimentación a procesos o de reductores por tonelada de producto generado.

Etapa 2: Requerimientos de la alimentación a procesos

Los requerimientos de sustancias para la alimentación de cada proceso incluyen los combustibles tomados directa o indirectamente de las sustancias para la alimentación a procesos. Cuando los datos necesarios están

disponibles a partir de fuentes industriales, pueden introducirse en la parte «requerimientos» de la hoja de trabajo. Cuando no están disponibles, deben calcularse los requerimientos a partir de las cifras de producción para los procesos y, donde sea necesario, ha de recurrirse a un dictamen de expertos basado en las estimaciones de emisiones utilizadas para el (o los) procesos. Es probable que la cifra correspondiente a los requerimientos del proceso sea idéntica a la cantidad suministrada (tomada de las estadísticas sobre energía), pero *sólo cuando* esta última haya sido obtenida de fuentes industriales.

Cuando los requerimientos se calculan a partir de la producción utilizando la hoja de cálculo, las cifras de producción son las pertinentes para el proceso, en relación con la sustancia para la alimentación en cuestión. Si dos o más sustancias para la alimentación a procesos sirven de alimentación a un proceso único, deben utilizarse las cifras de producción correspondientes a cada sustancia.

En el Cuadro 1.5b se incluyen los factores SFC que vinculan las cifras de producción con los requerimientos en alimentación a procesos. Estos factores son los requerimientos específicos de sustancias para la alimentación de los procesos e incluyen el uso de estas sustancias como combustible. Los factores que se presentan en el Cuadro 1.5b han sido derivados a partir de los métodos descritos en este volumen de las *Orientaciones* y pueden ser considerados valores por defecto. Es una *buena práctica* utilizar factores nacionales si se puede demostrar que son más pertinentes que los factores por defecto ofrecidos aquí.

Si R_{ij} representa los requerimientos en alimentación a procesos del proceso i para la sustancia j , entonces el requerimiento total para la sustancia j (R_j), puede expresarse como:

ECUACIÓN 1.1
REQUERIMIENTO TOTAL DE SUSTANCIAS PARA LA ALIMENTACIÓN A PROCESOS

$$R_j = \sum_i R_{ij} = \sum_i (SFC_{ij} \cdot P_{ij})$$

Donde:

R_j = requerimiento total de la sustancia j , TJ

R_{ij} = requerimiento en alimentación de sustancia j para el proceso i , TJ

SFC_{ij} = Consumo específico en alimentación (SFC) de la sustancia j en el proceso i , TJ/Gg

P_{ij} = producción del proceso i al usar la sustancia j , Gg

El R_j se compara luego con la cifra correspondiente al suministro de la sustancia j . La diferencia aparece en el Cuadro 1.5a. El procedimiento de implementación de esta verificación se expone en el diagrama de flujo de la Figura 1.3

Etapa 3: Acciones derivadas de la comparación

En el caso de que la diferencia exceda el 10 por ciento del valor del suministro de la sustancia para la alimentación del proceso, se sugiere que se tomen las medidas para verificar los datos y que, si las diferencias se confirman, el caso sea investigado. El umbral del 10 por ciento es necesariamente arbitrario y se ha escogido para reflejar las probables incertidumbres generales inherentes a los datos.

Se considera una *buena práctica* concentrar la investigación en las diferencias para las cuales el suministro de sustancias para la alimentación a procesos excede por mucho los requerimientos aparentes, pues esto indica que:

- Algunos procesos, y por ende, sus fuentes de emisiones, pueden haber sido omitidos; o bien
- Los requerimientos específicos de energía utilizados en el método son muy bajos. Los requerimientos específicos de energía deben ajustarse entonces para que reflejen la situación nacional.

Cuando los requerimientos calculados exceden el suministro aparente de sustancias para la alimentación a procesos, esto indica que:

- Los usos de combustibles como alimentación a procesos han sido declarados en otros rubros, tales como usos en la quema de combustibles o en la conversión de combustibles.
- Puede ser que en las estadísticas sobre energía se haya utilizado la definición «neta» en vez de la definición «bruta» (véanse las referencias al etileno y a otros productos químicos en la Sección 1.3.2).
- Los requerimientos en sustancias para la alimentación a procesos, determinados directamente de fuentes industriales, han sido sobreestimados debido a la inclusión de combustibles que entran en la planta (o más generalmente, en la categoría de fuente) sin ser utilizados en el proceso y que, por lo tanto, no corresponden a usos de alimentación a procesos. La inclusión de combustibles no relacionados con la alimentación a

procesos no debería ocurrir cuando los requerimientos en sustancias para la alimentación a procesos se infieren de los datos de producción.

En el caso de que se mantengan discrepancias significativas, se deben enumerar las causas más probables tomando en cuenta el grado de exactitud de los cálculos realizados con los valores por defecto del Consumo específico de sustancias para la alimentación a procesos (SFC) por combinación de categoría de fuente y de la sustancia en particular.

CUADRO 1.5A COMPARACIÓN DE LOS SUMINISTROS DE SUSTANCIAS PARA LA ALIMENTACIÓN A PROCESOS CON LOS REQUERIMIENTOS INFERIDOS DE LA PRODUCCIÓN

AÑO	Sustancia o Ag. Reductor (TJ)	Proceso SFC (TJ/Gg)	Producción (Gg [= kt])
Sustancia de alimentación Cantidad suministrada			
Diferencia			
Sustancias químicas Prodn. amoníaco Carburo de silicio Carburo de calcio Etileno Metanol Negro de humo Otro		↑ Valores del Cuadro 1.5b	
Metales Hierro y acero Ferroaleaciones Aluminio Cinc Plomo Otro		↓	

El Cuadro 1.5a es la forma reducida del cuadro completo, en el cual la parte tabular aparece repetida tantas veces como el número que haya de sustancias de alimentación para el proceso. En cada repetición se reemplaza el título de la columna 1, «Sustancia o Ag. reductor» (*“Feedstock or Reductant”*) por el nombre del combustible. Los valores correspondientes de SFC se inscriben en la columna 2. Los valores de SFC por defecto se presentan en el Cuadro 1.5b, más abajo.

En el CDROM *Directrices de 2006* se proporciona una hoja de cálculo Excel que contiene el Cuadro completo (en inglés), los valores por defecto y las fórmulas para efectuar automáticamente el cálculo de los requerimientos.

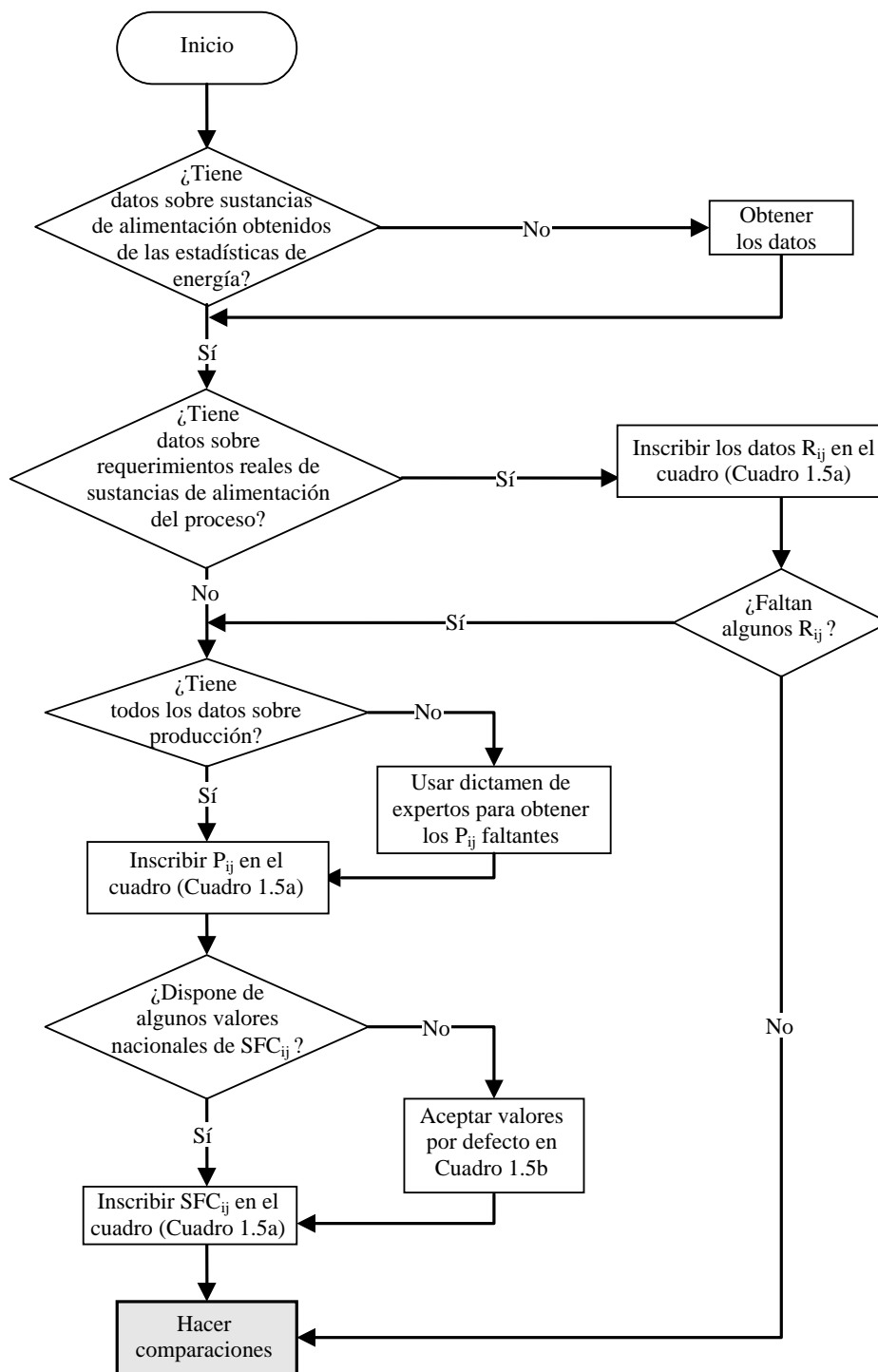
CUADRO 1.5B CONSUMO ESPECÍFICO DE SUSTANCIAS PARA LA ALIMENTACIÓN A PROCESOS (TJ/Gg) Y/O REDUCTORES

Sustancia	Carbón	Coque metalúrgico	Coque de petróleo	Gas de refinería	Etano	Propano	Butano	LPG	Nafta	Querosén	Gasóleo	Fuelóleo	Aceites de desecho	Gas natural
Prod. amoniaco												43(l)		38(o)
Carburo de silicio			37(e)											
Craburo de calcio			21(f)											
Etileno					58(j)	100(k)	104(k)	102(k)	137(k)					
Metanol	72(a)											37(m)		34(p)
Negro de humo												60(n)		12(q)
Otro														
Hierro y acero		10(b)												
Ferroaleaciones														
Aluminio			12(g)	3(i)										
Cinc			21(c)											
Plomo			7(d)											
Otro														

NOTAS

- (a) **Metanol:** de la Sección 3.9.2.2; Cuadro 3.13 Consúltese el cuadro para obtener el valor preciso según el proceso usado.
- (b) **Hierro y acero:** de la Sección 4.2.2.3; «Los factores de conversión proporcionados en el Cuadro 6.2 del Documento del IPPC son de 940 Kg. de arrabio por tonelada de acero líquido y de 358 Kg. de coque por tonelada de arrabio.» de modo que el requerimiento de coque es de $0,358 \times 28,2$ GJ/tonelada (cv coque) = 10 GJ/tonelada de hierro.
- (c) **Cinc:** de la Sección 4.7.1 (sólo el proceso pirometalúrgico), tomado de Sjardin (2003); El consumo de coque es de 0,74 toneladas de coque/tonelada de cinc. Esto es: $0,74 \times 28,2$ GJ/tonelada (cv coque)=21 GJ/tonelada de cinc
- (d) **Plomo:** tomado de Sjardin (2003); El consumo de coque es de 0,26 toneladas de coque/tonelada de plomo. Esto es: $0,26 \times 28,2$ GJ/tonelada (cv coque) = 7GJ/tonelada de plomo
- (e) **Carburo de silicio:** de la Sección 3.6.2.2: «Esto implica un factor de emisión típico de 2,3 toneladas de CO₂/tonelada de coque de petróleo utilizado (IPCC, 1966), ó 2,62 toneladas de CO₂/tonelada de carburo producido » De modo que el requerimiento es de $2,62/2,3 = 1,14$ toneladas de coque de petróleo/tonelada de carburo.
- (f) **Carburo de calcio:** de la Sección 3.6.2.2: «1750 Kg. de piedra caliza (ó 950 Kg. de CaO), 640 Kg. de coque de petróleo y 20 Kg. de electrodos de carbono son necesarios para producir 1 tonelada de carburo.»
- (g) **Aluminio:** de la Sección 4.4.2.2; Cuadro 4.11, promedio de dos procesos $1,65$ toneladas de CO₂/tonelada de Al = $0,45$ toneladas de C/tonelada de Al. Se supone que los ánodos contienen un 84% de coque y un 16% de brea (Sjardin 2003). Se supone que el coque contiene 92% de C y la brea 93% de C. Se supone que el VCN para el coque calcinado es de 30 MJ/Kg. y que el VCN para la brea es de 35,6 MJ/Kg.
- (h) **Negro de humo:** Se supone idéntico al fuelóleo. Véase Nota (n) más abajo.ás abajo.
- (i) **Aluminio:** véase Nota (g), más arriba.
- (j) **Etileno:** de la Sección 3.9.2.3; Cuadro 3.25, el requerimiento de etano es: VCN para el etano x 1/valor de matriz rendimiento. Esto es, $46,4 \times 1/0,803 = 58$ GJ/tonelada
- (k) **Etileno:** el requerimiento de sustancia de alimentación al proceso puede derivarse igual que para el etano. Véase Nota (j), más arriba.
- (l) **Amoniaco:** de la Sección 3.2.2.2; Cuadro 3.1; Se supone oxidación parcial.
- (m) **Metanol:** de la Sección 3.9.2.2; Cuadro 3.13; Consúltese el cuadro para obtener el valor preciso según el proceso usado.
- (n) **Negro de humo:** basado en Voll et al. (1997) y en «*Integrated Pollution Prevention and Control*» (IPPC) de la UE (2004), Cuadro 4.13.
- (o) **Amoniaco:** de la Sección 3.2.2.2; Cuadro 3.1.
- (p) **Metanol:** de la Sección 3.9.2.2; Cuadro 3.13; Consúltese el cuadro para obtener el valor preciso según el proceso usado.
- (q) **Negro de humo:** basado en Voll et al. (1997) y en «*Integrated Pollution Prevention and Control*» (IPPC) de la UE (2004), Cuadro 4.13.

Figura 1.3 Diagrama de flujo para la verificación de la exhaustividad en la contabilización de los usos no energéticos de combustibles



Nota :

R_{ij} = requerimientos de sustancias de alimentación del proceso i para la sustancia j , Tj
 SFC_{ij} = Consumo de la sustancia específica de alimentación j en el proceso i , Tj/Gg
 P_{ij} = producción del proceso i usando la sustancia de alimentación j , Gg

1.4.4 Generación de informes y documentación sobre la atribución y el CC de la exhaustividad.

Es una *buena práctica* revisar, resumir y documentar la exhaustividad de las verificaciones efectuadas para los usos no energéticos de los combustibles y las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles. Comprende la identificación de los usos dentro del Sector IPPU y las actividades de quema de combustibles (Categoría 1A) en los Sectores Energía, tal como se analiza en esta sección.

Existen diferentes métodos nacionales para contabilizar el uso de los combustibles como sustancias para la alimentación a procesos en las estadísticas sobre energía y en algunos casos excepcionales se da la posibilidad de declarar una parte del CO₂ en el Sector Energía (véanse las Secciones 1.2.1 y 1.3.2). En consecuencia, es una *buena práctica* mostrar en el informe de inventario:

- Dónde y cómo se ha contabilizado el uso *no energético* de los combustibles en el inventario (ya sea en el Sector Energía o en el Sector Procesos industriales y uso de los productos (IPPU) (Sección 1.4.4.1).
- Dónde y cómo se han contabilizado en el inventario las emisiones de carbono que no provienen del CO₂. Estas emisiones resultan de procesos sin combustión y no biogénicos que incluyen el carbono fósil, como es el caso del uso de solventes.
- Los resultados de las *verificaciones de exhaustividad* que se hayan realizado, cuando sean aplicables. Los detalles de las actividades de control de calidad de la exhaustividad deben mantenerse como documentación interna (Sección 1.4.4.2), en concordancia con las orientaciones sobre GC/CC (véase el Capítulo 6 del Volumen 1).

El primer punto se refiere a la atribución de las emisiones correspondientes en el Sector IPPU o tal vez en las Actividades de quema de combustible (Categoría 1A) del Sector Energía, y a la definición de «no energético» o «alimentación a procesos» utilizada en las estadísticas nacionales sobre energía. Según la definición dada para las categorías de fuente, la contribución de las emisiones de CO₂ provenientes del uso de la alimentación a procesos y del uso no energético varía desde menos del uno por ciento hasta el 5 por ciento de las emisiones nacionales totales de CO₂ relacionadas con los combustibles fósiles.

La descripción de la verificación de la exhaustividad debe explicar toda atribución de una fuente particular a varios sectores. Debe explicarse en particular cómo se han realizado los ajustes a las emisiones de los procesos industriales en los casos en los que los productos derivados de los combustibles (descargas gaseosas o venteo de gases de los procesos) hayan sido transferidos a otra categoría de fuente del Sector IPPU o del Sector Energía.

1.4.4.1 Atribución del CO₂ proveniente de usos no energéticos

El Cuadro 1.6 puede ser utilizado para documentar y comunicar la información indicada más abajo, resumir las subcategorías en las cuales se declaran las emisiones sectoriales de CO₂ (distintas de las que proceden de la quema de combustibles) provenientes de los combustibles fósiles utilizados. Las cantidades de cada tipo de combustible consumido para propósitos no energéticos (correspondientes al carbono excluido en el Método de referencia del CO₂) deben registrarse como documentación interna. Ello está relacionado con lo siguiente:

- La división entre *emisiones de procesos de fabricación* declaradas en el Sector IPPU y *emisiones de quema de combustibles* declaradas en el Sector Energía.
- La atribución de emisiones de CO₂ provenientes del *uso directo* de «combustibles» debido a sus propiedades físicas y del *uso* de productos químicos en el Sector IPPU. Se abordan las emisiones procedentes de la *eliminación de los desechos* de estos productos (p. ej., la incineración) en el Sector Desechos.

En el cuadro para declarar atribuciones (Cuadro 1.6) el «tipo de combustible de uso no energético NEU primario» (NEU, del inglés, *Non Energy Use*) y «Otros tipos de combustibles NEU» deben ser introducidos para cada categoría. Las mismas emisiones de CO₂ declaradas en el cuadro de antecedentes sectoriales de IPPU se introducen en la columna de emisiones IPPU (o bien en las claves de notación NE, NO, IE, donde sea aplicable). Luego, las emisiones de CO₂ relacionadas con el uso de combustibles fósiles con propósitos no energéticos y que son declaradas en otras categorías de fuente fuera del sector IPPU, se suman a las subcategorías 1A apropiadas. Estas emisiones se etiquetan en las categorías de fuente IPPU como incluidas (parcialmente) en algún otro lugar del informe IPPU con una referencia al lugar en el cual son declaradas. De esta manera, el cuadro incluye todas las emisiones del Sector IPPU, sea donde fuere que se declaren y documenta así un informe completo sobre estas emisiones en los Sectores IPPU y Energía.

La inclusión del Sector Energía mejora la transparencia de los informes sobre las emisiones de CO₂ respecto de las emisiones provenientes de gases de desecho y otros gases, tales como los gases de altos hornos. Estos gases son producidos por procesos industriales, pero se los usa para la quema de combustibles en otros sectores económicos y, por lo tanto, se declaran en el Sector Energía.

1.4.4.2 Exhaustividad del CO₂ proveniente de usos no energéticos

Además de resumir la revisión de la atribución y exhaustividad de las emisiones provenientes de usos no energéticos de los combustibles fósiles, es una *buena práctica* documentar el informe mediante:

- Una descripción de los métodos de cálculo utilizado para las emisiones en las respectivas secciones de categorías de fuente del informe. Debe incluir la causal de divergencia de atribución respecto de lo sugerido en la clasificación de fuentes del IPCC, cuando sea aplicable.
- Los resultados de la *verificación de la exhaustividad del CO₂*, en el caso de que se haya efectuado, al menos para el año de base (hasta donde los datos lo permitan) y para el último año declarado, presentados en un cuadro como el Cuadro 1.3, en calidad de documentación interna.
- Si se ha efectuado la *verificación del balance de la alimentación a procesos*, un cuadro que muestre la diferencia entre la estimación inferida del consumo de sustancias para la alimentación a procesos y las entregas de tales sustancias; al menos para el año de base (hasta donde los datos lo permitan) y para los dos años más recientes (como en el Cuadro 1.5a, por ejemplo), en calidad de información interna.
- Una explicación de las discrepancias significativas inesperadas, si las hay, en cuanto a nivel y tendencia. Debe incluir la causa principal de dichas diferencias.
- Conclusiones de la comparación en términos que indiquen si hay emisiones significativas de CO₂ que parecen ausentes y, de ser el caso, en qué parte del inventario éstas ocurren, así como una estimación de la magnitud de estas omisiones.

CUADRO 1.6					
ATRIBUCIÓN DEL CO₂ PROVENIENTE DEL USO NO ENERGÉTICO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES					
Categoría	Declarado en el año:				Notas
	Combustible NEU primario ⁽¹⁾	Otro combustible NEU ⁽¹⁾	Cantidad de emisiones declaradas en Sector IPPU CO ₂ ⁽²⁾ (Gg)	Si declarado en otro lugar: Subcategoría en 1A donde estas emisiones están (parcialmente) declaradas	
2 Procesos industriales y uso de productos					
2A Industria de los minerales					
(Sírvasse especificar la subcategoría)	(carbón, ..)				4
2B Industria química					
2B1 Producción de amoníaco	gas natural	petróleo, carbón			
2B5 Producción de carburo	coque de petróleo	petróleo			
2B6 Producción de dióxido de titanio	carbón				
2B8 Producción petroquímica y de negro de humo					
2B8a Metanol	gas natural	petróleo, carbón			5
2B8b Etileno	nafta	gasóleo (diésel); butano, etano, propano, GPL			5
2B8f Negro de humo	gas natural	petróleo, gas de horno de coque			
2B10 Otros					
2C Industria de los metales					
2C1 Producción de hierro y acero	coque	carbón, coque de petróleo (electrodo de carbón)			6
2C2 Producción de ferroaleaciones	(electrodo de carbón)	coque metalúrgico, carbón			7
2C3 Producción de aluminio	(electrodo de carbón)	coque metalúrgico, carbón			7
2C5 Producción de plomo	coque				
2C6 Producción de zinc	coque				
2C7 Otros	(electrodo de carbón)	coque metalúrgico, carbón			
2D Productos no energéticos de combustibles y uso de solvente					
2D1 Uso de lubricante	lubricantes	grasas			
2D2 Uso de la cera de parafina	ceras				
2D3 Uso de solvente	(trementina mineral)	alquitranes (de hulla) y aceites de hulla			8
2D4 Otros					9
2H Otros					
2H1 Industria de la pulpa y del papel					
2H2 Industria de la alimentación y la bebida	coque				
2H3 Otros					
1 ENERGÍA					
1A Actividades de quema de combustible			Declarado en el Sector 1A ⁽³⁾		
1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal	(gas BF)	(descargas gaseosas químicas)			10
1A1b Refinación del petróleo					
1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	gas BF				
1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	(gas BF)	(lubricantes, descargas gaseosas químicas)			

- (1) Las columnas «Combustible NEU primario» y «Otro combustible NEU» deben completarse con los combustibles efectivamente utilizados.
- (2) Estas son las mismas emisiones declaradas en el cuadro de antecedentes sectoriales (tienen también las mismas claves de notación NE, NO, IE, donde sea aplicable). Si ha sido (parcialmente) declarado en otro lugar, debe agregarse una referencia a esa otra fuente en la columna siguiente.
- (3) Declare aquí sólo las emisiones provenientes de la combustión de gases de desecho producidas por procesos industriales, pero utilizados para la quema de combustibles en otros sectores económicos y declarados en el Sector Energía (p.ej. de la combustión de gases de altos hornos o descargas gaseosas químicas transferidas fuera de la instalación hacia otra categoría de fuente).
- (4) Por ejemplo, el carbón pulverizado de antracita puede usarse en la producción de vidrio (2A3).
- (5) En los casos en los que se da cuenta totalmente de la producción de descargas gaseosas (p.ej. gases derivados) en las estadísticas sobre energía, la combustión de estos gases puede ser utilizada para calcular y declarar las emisiones de CO₂ provenientes de las fugas en la alimentación a procesos. Una parte de las descargas gaseosas puede quemarse fuera de la instalación (p. ej., en un sector que no sea la industria petroquímica) y por lo tanto debe contabilizarse separadamente como quema de combustibles en el Sector Energía.
- (6) Una parte del gas de altos hornos proveniente del coque utilizado en los altos hornos puede quemarse fuera de la instalación (p. ej., en un sector que no sea la industria del hierro y del acero) y por lo tanto debe contabilizarse separadamente como quema de combustibles en el Sector Energía.
- (7) Los electrodos de carbón se fabrican generalmente del coque, del carbón o de alquitranes, ya sea en la instalación por los mismos usuarios, o bien separadamente por plantas de producción de ánodos y son vendidos luego en el país y/o exportados. Si los ánodos son también importados o exportados, no existe una correspondencia directa entre los combustibles usados para la producción de ánodos y las cantidades de ánodos utilizados en el país.
- (8) Las trementinas minerales se utilizan frecuentemente como solventes, mezclas probablemente con otros líquidos. Los productos aromáticos derivados del carbón pueden utilizarse también como solventes.
- (9) Las emisiones de la producción de asfalto, de la pavimentación de rutas y de la impermeabilización de los techos deben declararse bajo 2D4. Sin embargo, el alquitrán —y otros aceites utilizados como diluyentes o «road oils»— usados para esta actividad no producen emisiones de CO₂.
- (10) El CO₂ proveniente de los gases de altos hornos y de descargas gaseosas químicas debe declararse aquí sólo cuando se utilice en la producción de fuerza o calor públicas.

1.5 OPCIÓN ENTRE EL MÉTODO POR EQUILIBRIO DE MASAS Y EL MÉTODO POR FACTOR DE EMISIÓN

1.5.1 Introducción

Los capítulos 7 y 8 describen numerosos métodos para estimar las emisiones de HFC, PFC, y SF₆ provenientes de equipos presurizados de larga vida, incluidos los de aire acondicionado y refrigeración, equipos eléctricos y equipos contra incendios. En general, estos métodos se agrupan en dos categorías: (1) los métodos basados en un equilibrio de masas del consumo químico y de los cambios en las existencias de equipos, y (2) los métodos basados en bancos de productos químicos y en factores de emisión. Tanto el método por equilibrio de masas como el de factores de emisión pueden ser aplicados en varios niveles de agregación, incluidos, de mayor a menor, los niveles: mundial, regional y nacional. Los niveles más avanzados de desagregación varían según el tipo de emisiones. Para las emisiones descritas en el Capítulo 8 (SF₆ proveniente de equipos eléctricos, por ejemplo), es posible aplicar métodos al nivel de las instalaciones o de las etapas del ciclo de vida de los equipos en las instalaciones. En relación con el Capítulo 7 (HFC y PFC provenientes de los equipos de aire acondicionado, refrigeración y contra incendios, por ejemplo), pueden aplicarse métodos al nivel de la aplicación (Nivel 1) o de la sub-aplicación (Nivel 2). Ambos tipos de método pueden ser también de gran exactitud pero, según las circunstancias y la disponibilidad de los datos, uno puede ser más exacto que el otro. En esta sección se describen los métodos por equilibrio de masas y de factores de emisión, así como las *buenas prácticas* para optar por uno de ellos según las circunstancias nacionales.

1.5.2 Méritos e inconvenientes del método por equilibrio de masas

El *método por equilibrio de masas* efectúa el seguimiento de la cantidad de un nuevo producto químico introducido cada año en el país, en la instalación o en las existencias de un equipo (al nivel de aplicación y de sub-aplicación). Este método contabiliza luego la parte de este nuevo producto químico que se utiliza para completar las capacidades de los nuevos equipos o reemplazar el gas destruido. Se presupone que el consumo del cual no se puede dar cuenta reemplaza a un gas emitido o es emitido como tal.

El método por equilibrio de masas posee la importante ventaja de reflejar las emisiones reales en el lugar donde se producen, al capturar las diferencias, no sólo entre tipos de instalaciones y tipos de equipo, sino entre instalaciones individuales y entre partes de los equipos. Por lo tanto, el método por equilibrio de masas tiende a ser más exacto allí donde los índices de emisión varían entre los equipos y entre las instalaciones y, en cierta medida, donde estos índices varían con el transcurso del tiempo. Debido al hecho de que los índices de emisión varían con frecuencia, y a menudo de manera impredecible, es una *buen práctica* utilizar el método por equilibrio de masas en vez del método por factor de emisión. Debe hacerse siempre y cuando: (1) se disponga de datos de gran exactitud sobre las actividades que conciernen al método por equilibrio de masas, y (2) ninguna de las desventajas descritas más abajo sean aplicables al proceso o al equipo cuyas emisiones estén siendo estimadas.

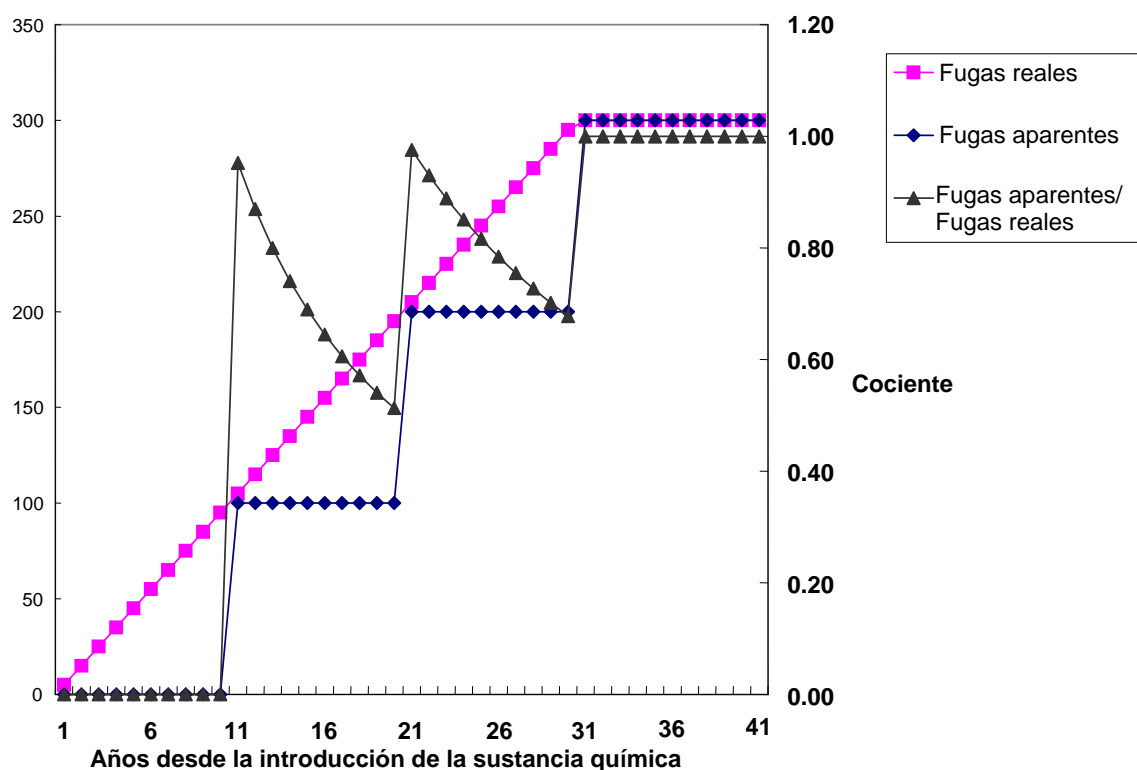
El método por equilibrio de masas tiene dos desventajas. Primero, el grado de exactitud está limitado por la precisión de los aparatos de medida de la masa, la densidad y la presión, el cual se sitúa alrededor de ± 1 o ± 2 por ciento. Si sucede que el índice de emisión de un proceso (tal un equipo o una instalación) está dentro de este rango (p. ej., 3 por ciento de la capacidad nominal anual o menos), entonces el método por equilibrio de masas resulta inexacto para ese proceso.

Segundo, el método por equilibrio de masas detecta algunas emisiones después de producidas, a veces varios años después. Esto se debe al hecho de que los equipos que sufren fugas lentas pueden operar durante años, o aún decenios, con una carga inferior a la máxima. Este retardo puede reducir drásticamente el grado de exactitud en los lugares donde el mantenimiento no es frecuente y/o las existencias crecen con rapidez. Es el caso más probable para: (1) los tipos de equipos que no son recargados casi nunca durante su vida útil (p. ej., los equipos eléctricos sellados bajo presión y los equipos de aire acondicionado y de refrigeración herméticamente sellados, tales como los refrigeradores domésticos); y (2) los países que han comenzado sólo recientemente a utilizar equipos eléctricos que contienen SF₆ y/o equipos de aire acondicionado y de refrigeración que contienen HFC. En el último caso, el método por equilibrio de masas subestima significativamente las emisiones durante los pocos primeros años de utilización de los equipos porque el consumo de productos químicos de recarga de éstos es cercano a cero hasta que el primer conjunto de equipos sea recargado por primera vez. En el caso de los

equipos eléctricos, puede no suceder hasta 10 ó 20 años después de la introducción de los equipos en el país, según el índice de fugas del equipo en cuestión. En el caso de los equipos de aire acondicionado y de refrigeración, puede no ocurrir hasta 5 ó 20 años después de la introducción de los equipos, también según el índice de fugas de gases en los equipos.

En las Figuras 1.4 y 1.5 se ilustra el «error de retardo» asociado con el método por equilibrio de masas para estas dos situaciones. En la Figura 1.4 la atención se concentra en el error que puede ocurrir cuando los países comenzaron hace poco a utilizar equipos eléctricos que contienen SF₆ o equipos de aire acondicionado que contienen HFC. En este ejemplo, el equipo recibe mantenimiento (es recargado) cada 10 años y tiene un tiempo de vida de 30 años. Se presupone que las ventas anuales de equipos permanecen constantes, pero que las existencias totales de equipos crecen hasta que se alcanza el tiempo de vida útil del equipo. Para los efectos de la ilustración, se presupone que las fugas corresponden al 100 por ciento de las emisiones (es decir, se supone que las emisiones durante la instalación, el mantenimiento y la eliminación son nulas).

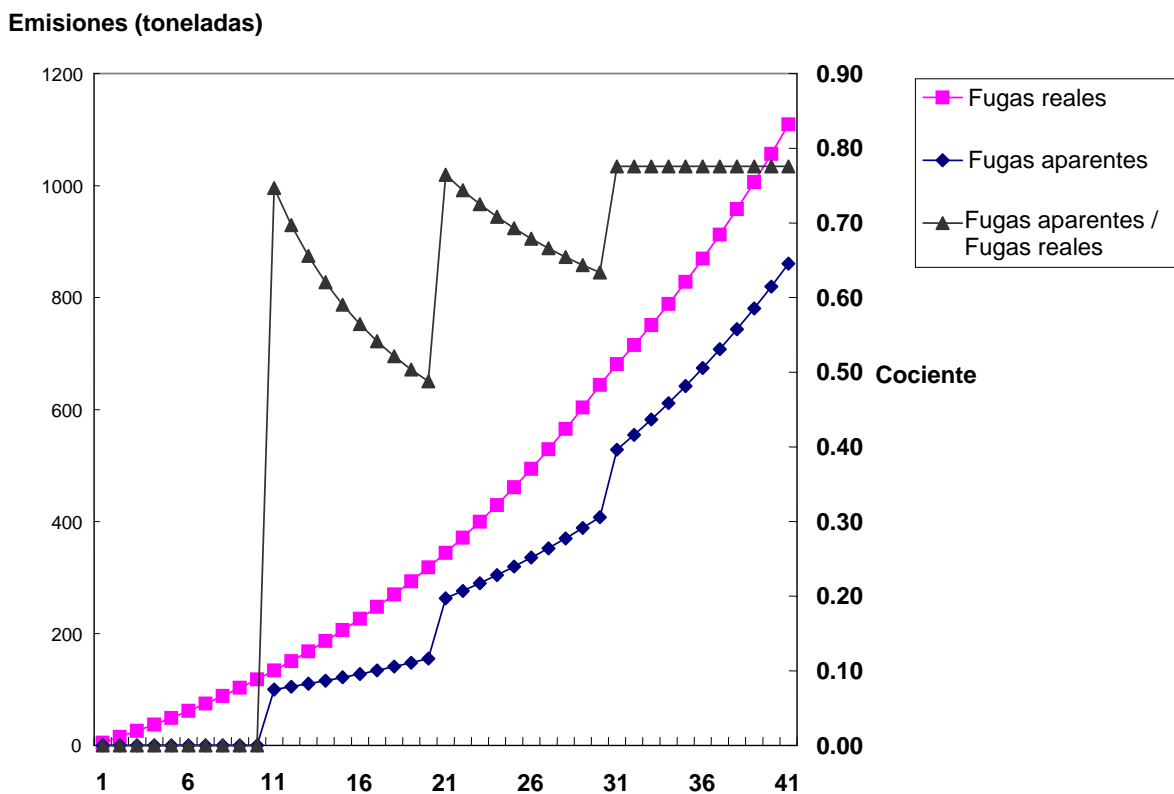
Figura 1.4 Fugas aparentes versus reales; sin crecimiento anual de las ventas de equipos (10 años en servicio, 30 años de vida útil)



En la Figura 1.4, luego de la introducción del producto químico por primera vez en el equipo, las emisiones («Fugas reales») crecen con rapidez, en la medida en la que el banco de productos químicos en las existencias de equipos se duplica en el segundo año, se triplica en el tercero y cuadruplica en el cuarto. Sin embargo, las ventas del producto químico de recarga («Fugas aparentes») permanecen próximas a cero hasta el año 11, cuando el equipo que fuera instalado en el año 1 es recargado por primera vez. En el año 21, las ventas vuelven a subir, puesto que, por primera vez, dos conjuntos de equipos reciben mantenimiento. Cuando los equipos comienzan a ser retirados, las fugas aparentes suben hasta igualar las fugas reales (lo cual resulta en una razón de 1,0) y el error de retardo desaparece.

En la Figura 1.5 se describe la misma situación que en la Figura 1.4, salvo que en este caso, se presupone que las ventas anuales de equipos crecen en un 5 por ciento anual. La relación entre las fugas aparentes y reales es muy similar a la que se muestra en la Figura 1.4 hasta que el equipo comienza a ser retirado. En ese punto, las fugas aparentes crecen, pero no alcanzan nunca a igualar las reales. En vez de ello, la relación entre fugas aparentes y reales se estabiliza en torno a un valor constante de equilibrio, de 0,78 en esta simulación.

Figura 1.5 Fugas aparentes versus reales; 5 por ciento de crecimiento anual de las ventas de equipos (10 años en servicio, 30 años de vida útil)



En general, si el tiempo medio entre sucesos de recarga es R, el método por equilibrio de masas da como resultado una estimación muy deficiente de las emisiones hasta que R+1 años hayan transcurrido desde la introducción del producto químico en el país.⁵

1.5.3 Méritos e inconvenientes del método por factor de emisión

El *método por factor de emisión* iguala las emisiones con el producto de un factor de emisión multiplicado por: (1) la capacidad nominal de un equipo que usa o retiene un producto químico, o (2) el banco de un producto químico; (Estas cantidades son similares pero no necesariamente idénticas) Por fortuna, allí donde el método por equilibrio de masas tiende a ser inexacto, se puede utilizar el método por factor de emisión. Sin embargo, la robustez y fiabilidad de un modelo factor-emisión depende mucho del grado de exactitud continuado en el

⁵ El grado máximo de exactitud a largo plazo del método por equilibrio de masas depende de la frecuencia de las recargas de los equipos, de la tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos y de la fracción de emisiones representadas por las fugas. El grado de exactitud puede ser estimado utilizando las expresiones siguientes (para existencias de equipos que crecen exponencialmente): El grado de exactitud puede estimarse por medio de la expresión siguiente (para un crecimiento exponencial de las existencias de equipos):

$$\frac{FugasAparentes}{FugasReales} = \frac{R[\ln(1 + g)]}{(1 + g)^R - 1}$$

donde R = número de años entre recargas y g = tasa de crecimiento anual de la venta de equipos. (Nótese que ésta es igual a la tasa de crecimiento de las existencias una vez alcanzado el equilibrio).

Donde F = es la fracción del total de emisiones que representan las fugas, vale también la ecuación siguiente:

$$\frac{EmisionesAparentes}{EmisionesReales} = F \left(\frac{FugasAparentes}{FugasReales} \right) + (1 - F)$$

Si los compiladores del inventario pueden obtener datos sobre las variables de esta ecuación, podrán usarlos tanto para cuantificar como para compensar el error de retardo a largo plazo asociado con el método por equilibrio de masas (Schaefer, 2002).

tiempo de sus factores de emisión. Además, los factores de emisión para estas categorías (p. ej., productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono) y SF₆ de los equipos eléctricos) no existen para todas las regiones del mundo.

Los índices de emisión pueden variar mucho de una instalación a otra y entre diferentes tipos de equipo, así como con el tiempo. Esto sucede según el diseño de los equipos (que varía según la fecha y el lugar de fabricación), de las prácticas de manipulación, de la disponibilidad de equipos de manejo de última generación, de los precios de los productos químicos, de la legislación (es decir, de las exigencias en materia de recuperación de productos químicos), así como de otros factores. Por lo tanto, es una *buena práctica* desarrollar factores de emisión que utilicen una muestra representativa de las instalaciones y de los tipos de equipo, así como verificar estos factores por lo menos cada cinco años.

Los métodos de factor-emisión de Nivel 3 explicados en el Capítulo 8, así como los métodos factor-emisión de Nivel 2 (métodos de Nivel 2a) explicados en el Capítulo 7, requieren que el país y/o sus instalaciones lleven registros detallados sobre los métodos escogidos para verificar y validar los factores de emisión. Los factores de emisión deben ser ajustados, cuando fuere necesario, para garantizar que las estimaciones de las emisiones estén vinculadas, en última instancia, con las mediciones de las fugas efectivas de gas (es decir, según lo determinado a partir de las ventas de productos químicos y/o las recargas de los equipos).

En el Cuadro 1.7 se resumen los principios, los méritos y los inconvenientes de los métodos por equilibrio de masas y por factor de emisión.

CUADRO 1.7	
OPCIÓN ENTRE EL MÉTODO POR EQUILIBRIO DE MASAS Y EL MÉTODO POR FACTOR DE EMISIÓN	
Método por equilibrio de masas	Método por factor de emisión
Desarrollo: efectúa el seguimiento de nuevos productos químicos introducidos cada año en el país o en la instalación, dando cuenta del gas que se utiliza para cargar la capacidad de los nuevos equipos o para reemplazar el gas destruido. Se supone que el consumo del cual no se puede dar cuenta corresponde al gas emitido, o bien lo reemplaza.	Desarrollo: iguala las emisiones al producto de un factor de emisión multiplicado por: (1) la capacidad nominal del equipo que utiliza y retiene un producto químico, o (2) el banco de un producto químico. (Cantidades similares pero no necesariamente idénticas)
Nivel de agregación: tanto el método de equilibrio de masas como el de factores de emisión pueden ser aplicados en varios niveles de agregación. Para los equipos eléctricos, incluye el país, la instalación y la etapa del ciclo de vida útil del equipo dentro de la instalación. Para los equipos de aire acondicionado, refrigeración y contra incendios, incluyen la aplicación, la sub-aplicación o los tipos de equipo con niveles de desagregación aún más detallados.	
Es más exacto donde: <ul style="list-style-type: none"> • Los índices de emisión varían entre las instalaciones y/o los equipos, y en una cierta medida, a lo largo del tiempo • Los índices de emisión de los procesos son superiores al 3 por ciento anual • Los equipos son recargados frecuentemente • Las existencias de equipos crecen lentamente • Los equipos que contienen HFC, PFC o SF₆ han estado en uso al menos por un tiempo tan largo como el tiempo típico entre recargas para ese equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ De 10 a 20 años para equipos eléctricos ○ De 5 a 20 años para equipos de aire acondicionado y de refrigeración 	Es más exacto donde: <ul style="list-style-type: none"> • Los índices de emisión son relativamente constantes entre los tipos definidos de equipos y/o instalaciones • Los índices de emisión de los procesos son inferiores a 3 por ciento anual • Los equipos son recargados raramente o nunca • Las existencias de equipos crecen rápidamente • Los equipos que contienen HFC, PFC o SF₆ han estado en uso por un tiempo menor que el tiempo típico entre recargas para ese equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ De 10 a 20 años para equipos eléctricos ○ De 5 a 20 años para equipos de aire acondicionado y de refrigeración
Otras consideraciones: a largo plazo, este método refleja las emisiones reales, pero puede haber un tiempo de retardo significativo (en algunos casos de hasta 20 años o más) entre las emisiones y su detección.	Otras consideraciones: los factores de emisión deben ser verificados periódicamente para garantizar su coherencia con la realidad.

Referencias

SECCIONES 1.1 Y 1.2

- EEA (2005). "EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005", European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site see: <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>
- Eurostat (2005). Europroms. PRODCOM Data. The PRODCOM annual dataset *DS-008451* is available at website: <http://fd.comext.eurostat.cec.eu.int/xtweb/setupdimselection.do>
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- Milbrath, D. (2002). "Development of 3M™ Novec™ 612 Magnesium Protection Fluid as a Substitute for SF₆ Over Molten Magnesium," International Conference on SF₆ and the Environment: Emission Reduction Technologies, November 21-22, 2002, San Diego, CA.
- UN (2004). 2001 Industrial Commodity Statistics Yearbook. United Nations Statistics Division, Energy and Industry Statistics Section, Report no. ST/ESA/STAT/SER.P/41, 17 September 2004. Series P, No. 41, Sales number: E/F.03.XVII.10. Also available on CD-ROM as 'Industrial Commodity Statistics Dataset (1950-2002)'. See internet: <http://unstats.un.org/unsd/industry/publications.htm>
- USGS (2005). International Minerals Statistics and Information. U.S. Geological Survey. Available at website: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/index.html#pubs>

SECCIONES 1.3 Y 1.4

- EU Integrated Pollution Prevention and Control (2004). Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Inorganic Chemicals - Solid and Others Industry. (Draft August 2004)
- Neelis, M.L., Patel, M., Gielen, D.J. and Blok, K. (2005). Modelling CO₂ emissions from non-energy use with non-energy use emission accounting tables (NEAT) model, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 45, Issue 3, pp. 226-251.
- OECD/IEA/Eurostat (2004). Energy Statistics Manual. IEA PUBLICATIONS, 9 rue de la Fédération, 75739 PARIS Cedex 15 PRINTED IN FRANCE BY STEDI, September 2004. Available at website: http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/2004/statistics_manual.pdf, visited 3 February 2005.
- Patel, M.K. (1999). Statistical definitions of non-energy use. 1st NEU-CO₂ project workshop, 23-24 September 1999. IEA, Paris. Available at website: <http://www.chem.uu.nl/nws/www/nenergy/wrkshp1c.htm>, visited 3 February 2005.
- Sjardin, M. (2003). CO₂ Emission Factors for Non-Energy Use in the Non-Ferrous Metal, Ferroalloys and Inorganics Industry. Copernicus Institute, Utrecht, The Netherlands. June 2003.
- Voll, M. and Kleinschmit, P. (1997). 'Carbon Black' in Ullman's encyclopedia of industrial chemistry. 5th ed. on CD-ROM, Vol. A5. John Wiley and Sons; 1997.

SECCIÓN 1.5

- Schaefer, D. (2002). A Potential Error Associated with Using Chemical and Equipment Sales Data to Estimate Greenhouse Gas Emissions from Long-lived, Pressurized Equipment, Non-CO₂ Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control Options and Policy Aspects, Proceedings of the Third International Symposium, Maastricht, The Netherlands, 21-23 January 2002, pp. 229- 230. Millpress, Rotterdam, Netherlands, 2002.