

# **CAPÍTULO 6**

---

## **MÉTODO DE REFERENCIA**

## **Autores**

Karen Treanton (AIE)

Francis Ibitoye (Nigeria), Kazunari Kainou (Japón), Jos G. J. Olivier (Países Bajos), Jan Pretel (República Checa), Timothy Simmons (Reino Unido) y Hongwei Yang (China)

## **Autor colaborador**

Roberta Quadrelli (AIE)

## Índice

6	Método de referencia.....	6.5
6.1	Generalidades.....	6.5
6.2	Categorías de fuentes cubiertas.....	6.5
6.3	Algoritmo.....	6.5
6.4	Datos de la actividad.....	6.6
6.4.1	Consumo aparente.....	6.6
6.4.2	Conversión en unidades de energía.....	6.7
6.5	Contenido de carbono.....	6.7
6.6	Carbono excluido.....	6.8
6.6.1	Alimentación a proceso.....	6.8
6.6.2	Reductor.....	6.9
6.6.3	Uso de productos no energéticos.....	6.10
6.6.4	Método.....	6.10
6.7	Carbono sin oxidar durante la quema de combustible.....	6.11
6.8	Comparación entre el método de referencia y un método por sectores.....	6.11
6.9	Fuentes de datos.....	6.13
6.10	Incertidumbres.....	6.13
6.10.1	Datos de la actividad.....	6.14
6.10.2	Contenido de carbono y valores calóricos netos.....	6.14
6.10.3	Factores de oxidación.....	6.14
	Referencias.....	6.13
6	Método de referencia.....	5
6.1	Generalidades.....	5
6.2	Categorías de fuentes cubiertas.....	5
6.3	Algoritmo.....	5
6.4	Datos de la actividad.....	6
6.4.1	Consumo aparente.....	6
6.4.2	Conversión en unidades de energía.....	7
6.5	Contenido de carbono.....	7
6.6	Carbono excluido.....	8
6.6.1	Alimentación a proceso.....	8
6.6.2	Reductor.....	9
6.6.3	Uso de productos no energéticos.....	10
6.6.4	Método.....	10
6.7	Carbono sin oxidar durante la quema de combustible.....	11
6.8	Comparación entre el método de referencia y un método por sectores.....	11

Figura 6.1	Método de referencia versus método por sectores.....	12
6.9	Fuentes de datos .....	13
6.10	Incertidumbres .....	13
6.10.1	Datos de la actividad .....	14
6.10.2	Contenido de carbono y valores calóricos netos .....	14
6.10.3	Factores de oxidación.....	14

## 6 MÉTODO DE REFERENCIA

### 6.1 GENERALIDADES

El método de referencia es un método de arriba hacia abajo que utiliza los datos de provisión de energía del país para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles principalmente. El método de referencia es un método directo que puede aplicarse sobre la base de estadísticas del suministro de energía relativamente fáciles de obtener. El carbono excluido incrementó los requisitos de datos hasta cierto punto. No obstante, la mejora de la comparabilidad entre los métodos por sectores y de referencia sigue permitiendo que un país produzca una segunda estimación independiente de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustible, con una exigencia limitada en cuanto al esfuerzo adicional y a los requisitos de datos.

Es una *buena práctica* aplicar un método por sectores y el método de referencia para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> del país procedentes de la quema de combustible, y comparar los resultados de estas dos estimaciones independientes. La existencia de diferencias significativas puede indicar posibles problemas con los datos de la actividad, los valores calóricos netos, el contenido de carbono, el cálculo de carbono excluido, etc. (véase la Sección 6.8 para conocer una explicación más detallada de esta comparación).

### 6.2 CATEGORÍAS DE FUENTES CUBIERTAS

El Método de referencia fue concebido para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustible, comenzando desde los datos de provisión de energía de alto nivel. La hipótesis es que se conserva el carbono de modo que, por ejemplo, el carbono del petróleo crudo es igual al contenido total de carbono de todos los productos derivados. El Método de referencia no establece ninguna distinción entre las diferentes categorías de fuente del sector de energía y solo estima el total de emisiones de CO<sub>2</sub> de la categoría de fuente 1A, Quema de combustible. Las emisiones son el resultado tanto de la combustión en el sector de energía, en el que se usa el combustible como fuente de calor para refinar o producir energía, y de la combustión en el consumo final del combustible o de sus productos secundarios. El Método de referencia también incluye pequeños aportes que no son parte de la categoría 1A, lo que se explica en la Sección 6.8.

### 6.3 ALGORITMO

La metodología del Método de referencia desglosa el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustible en 5 pasos:

Paso 1: estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales

Paso 2: convertirlo en una unidad común de energía

Paso 3: multiplicarlo por el contenido de carbono para computar el carbono total

Paso 4: computar el carbono excluido

Paso 5: corregir el carbono sin oxidar y convertir en emisiones de CO<sub>2</sub>

Se expresan estos pasos en la siguiente ecuación:

<b>ECUACIÓN</b>	
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE A TRAVÉS DEL MÉTODO DE REFERENCIA</b>	
$E_{CO_2}$	$= \sum_{\text{todos los combustibles}} \left[ \begin{array}{l} ((\text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} \cdot \text{Factor conv}_{\text{combustible}} \cdot \text{CC}_{\text{combustible}}) \cdot 10^{-3}) \\ - \text{Carbono excluido}_{\text{combustible}} \cdot \text{FOC}_{\text{combustible}} \cdot 44/12 \end{array} \right]$

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg CO<sub>2</sub>)
- Consumo aparente = producción + importaciones – exportaciones – tanques de combustible internacionales – cambio en las existencias
- Factor conv (factor de conversión) = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto
- CC = contenido de carbono (tonelada de C/TJ)

Nótese que tonelada C/TJ es idéntico a kg C/GJ

Carbono excluido = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible

emisiones de la quema (Gg C)

FOC (factor de oxidación del carbono) = fracción de carbono que se oxida Normalmente el valor es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se usan los valores inferiores únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín

44/12

= relación del peso molecular del CO<sub>2</sub> al C.

## 6.4 DATOS DE LA ACTIVIDAD

El Método de referencia parte de las estadísticas de la producción de combustibles y su comercio externo (internacional), así como las modificaciones que sufren las existencias de estos. A partir de esta información se estima el «Consumo aparente». También exige una cantidad limitada de valores para el consumo de combustibles usados para fines no energéticos, en los que puede emitirse el carbono por medio de actividades no cubiertas o cubiertas parcialmente por la quema de combustible.

### 6.4.1 Consumo aparente

El primer paso del Método de referencia consiste en estimar el consumo aparente de combustibles dentro del país. Exige un equilibrio en la provisión de combustibles primarios y secundarios (combustibles producidos, importados, exportados, usados en el transporte internacional (combustibles de los tanques) y almacenados en las existencias o quitados de allí). De esta forma, se lleva el carbono al país desde la producción de energía y las importaciones (se lo ajusta de acuerdo con los cambios en las existencias) y se lo saca del país a través de las exportaciones y los tanques internacionales. Para evitar el cómputo doble, es importante establecer la distinción entre los combustibles primarios, que son aquellos que se encuentran en la naturaleza, como el carbón, el petróleo crudo y el gas natural, y los combustibles secundarios o productos del combustible, como la gasolina y los lubricantes, que se derivan de los combustibles primarios. En la Sección 1.4.1.1 del capítulo Introducción del Volumen Energía se presenta una lista completa de combustibles.

Para calcular la provisión de combustibles al país, se necesitan los siguientes datos para cada año del combustible y del inventario:

- las cantidades de combustibles primarios producidos<sup>1</sup> (no se incluye la producción de combustibles secundarios ni los productos del combustible);
- las cantidades de combustibles primarios y secundarios importados;
- las cantidades de combustibles primarios y secundarios exportados;
- las cantidades de combustibles primarios y secundarios usados en los tanques internacionales;
- los incrementos o las reducciones netos de las existencias de combustibles primarios y secundarios.

Por lo tanto, el consumo aparente de un combustible primario se calcula a partir de los datos anteriores, como:

<b>ECUACIÓN</b>	
<b>CONSUMO APARENTE DE COMBUSTIBLE PRIMARIO</b>	
Consumo aparente <sub>combustible</sub>	= Producción <sub>combustible</sub> + Importaciones <sub>combustible</sub> – Exportaciones <sub>combustible</sub> – Tanques internacionales <sub>combustible</sub> – Cambio en las existencias <sub>combustible</sub>

Un incremento de las existencias es un cambio positivo en ellas que retira el suministro del consumo. Una reducción en las existencias es un cambio negativo que, cuando se resta en la ecuación, provoca un incremento del consumo aparente.

<sup>1</sup> Se mide la producción de gas natural después de la purificación y extracción de GNL y azufre. No se incluyen las pérdidas por extracción y las cantidades reinyectadas, venteadas o quemadas en antorcha. La producción de carbón incluye las cantidades extraídas o producidas, calculadas después de toda operación de extracción de materia inerte. La producción de petróleo incluye la producción comercializable y excluye los volúmenes devueltos a la formación.

El consumo total aparente de combustibles primarios es la suma de los consumos aparentes para cada combustible primario.

Se debe sumar el consumo aparente de combustibles secundarios al de combustibles primarios. La producción (o manufactura) de combustibles secundarios debe omitirse en los cálculos porque el carbono de estos combustibles ya está incluido en el suministro de los combustibles primarios de los cuales se obtienen los cálculos; por ejemplo, la estimación del consumo aparente de petróleo crudo ya contiene el carbono del cual se refina la gasolina. El consumo aparente de un combustible secundario se calcula del siguiente modo:

<p><b>ECUACIÓN</b></p> <p><b>CONSUMO APARENTE DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO</b></p> $\text{Consumo aparente}_{\text{combustible}} = \text{Importaciones}_{\text{combustible}} - \text{Exportaciones}_{\text{combustible}} - \text{Tanques internacionales}_{\text{combustible}} - \text{Cambio existencias}_{\text{combustible}}$
---

Obsérvese que este cálculo puede arrojar números negativos para el consumo aparente de un combustible dado. Es posible e indica una exportación neta o un incremento de las existencias de ese combustible en el país.

El consumo total aparente de combustibles secundarios es la suma de los consumos aparentes para cada combustible secundario.

## 6.4.2 Conversión en unidades de energía

Muchas veces se expresan los datos relativos al petróleo y al carbón en toneladas métricas. El gas natural puede expresarse en metros cúbicos o en valor calórico como BTU sobre una base de valor calórico bruto o neto<sup>2</sup>. A los fines del Método de referencia, debe convertirse el consumo aparente en terajulios sobre una base del valor calórico neto. Sin embargo, puesto que la intención del Método de referencia es verificar las estimaciones efectuadas usando un método más detallado, si el país utilizó valores calóricos brutos en sus cálculos detallados, es preferible usarlos también en los cálculos para el Método de referencia. Al seleccionar un valor calórico específico del país para el Método de referencia, sobre la base de los valores detallados del consumo, la *buena práctica* sugiere utilizar un promedio ponderado. Véase el capítulo Introducción de este Volumen para conocer la descripción detallada de la conversión en unidades de energía (Sección 1.4.1.2).

## 6.5 CONTENIDO DE CARBONO

El contenido de carbono del combustible puede variar considerablemente de un tipo a otro de combustible primario y dentro de cada tipo.

- Para el gas natural, el contenido de carbono depende de la composición del gas que, en estado entregado, principalmente es metano, pero puede incluir pequeñas cantidades de etano, propano, butano, CO<sub>2</sub> e hidrocarburos más pesados. El gas natural quemado en antorcha en la planta de producción suele ser «húmedo», es decir, contener cantidades mucho más grandes de hidrocarburos no metano. En consecuencia, el contenido de carbono es diferente.
- Para el petróleo crudo, el contenido de carbono puede variar según la composición del petróleo crudo (p. ej., según la gravedad de API y el contenido de azufre). Para los productos secundarios del petróleo, el contenido de carbono para los productos ligeros refinados, como la gasolina, suele ser menor que para los productos más pesados como el fuelóleo residual.
- Para el carbón, el contenido de carbono por tonelada varía considerablemente según la composición de carbón del carbono, hidrógeno, azufre, ceniza, oxígeno y nitrógeno.

Puesto que el contenido de carbono se relaciona estrechamente con el contenido de energía del combustible, la variabilidad del contenido de carbono es pequeña cuando los datos de la actividad se expresan en unidades de energía.

<sup>2</sup> La diferencia que existe entre el valor calórico «neto» y el valor calórico «bruto» para cada combustible es el calor latente de la vaporización del agua producida durante la quema del combustible. A los fines de las Directrices del IPCC, se han dado los factores por defecto de emisión de carbono sobre una base de valor calórico neto. Algunos países pueden tener sus datos energéticos sobre una base de valores calóricos brutos. Si estos países desean usar los factores de emisión por defecto, pueden suponer que el valor calórico neto para el carbón y el petróleo es aproximadamente 5% menor que el valor bruto, y para el gas natural es de 9 a 10% menor.

Dado que el contenido de carbono varía por tipo de combustible, deben usarse los datos para las categorías detalladas de tipos de combustible y productos. Los valores por defecto para el contenido de carbono dados en el capítulo Introducción del Volumen Energía se sugieren únicamente si no están disponibles los valores específicos del país. Al seleccionar un contenido de carbono específico del país para el Método de referencia, sobre la base de los valores detallados del consumo, la *buena práctica* sugiere utilizar un promedio ponderado.

Para un combustible dado, el contenido de carbono específico del país puede variar con el tiempo. En este caso, pueden usarse diferentes valores en distintos años.

## 6.6 CARBONO EXCLUIDO

El paso siguiente consiste en excluir del carbono total la cantidad de carbono que no se traduce en emisiones por quema de combustible, porque el objetivo es lograr una estimación de las emisiones de quema del combustible (Categoría de fuente 1A). El carbono excluido del consumo de combustible se emite en otro sector del inventario (por ejemplo, como emisión del proceso industrial) o se almacena en un producto manufacturado a partir del combustible. En las Directrices de 1996, el carbono del consumo aparente que no lleva a las emisiones por la quema del combustible se denominó «carbono almacenado» pero, como aclara la definición precedente, el carbono almacenado solo es parte del carbono que debe excluirse del «carbono total» en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Los principales flujos de carbono conectados con el cálculo del carbono excluido son aquellos utilizados como alimentación a procesos, reductores o productos no energéticos. En el Cuadro 6.1 se establecen los principales productos de cada grupo.<sup>3</sup> Si los países tienen otros productos de carbono de combustible fósil que deban excluirse, deben ser tomados en cuenta y documentados.

<b>CUADRO 6.1</b> <b>PRODUCTOS USADOS COMO ALIMENTACIÓN A PROCESOS, REDUCTORES Y</b> <b>PARA FINES NO ENERGÉTICOS</b>	
Alimentación a proceso	Nafta
	GLP (butano/propano)
	Gas de refinería
	Gas / diesel oil y queroseno
	Gas natural
	Etano
Reductor	Coque para horno de coque (coque metalúrgico) y coque de petróleo
	Carbón y alquitrán de hulla / brea de alquitrán de hulla
	Gas natural
Productos no energéticos	Alquitrán
	Lubricantes
	Ceras de parafina
	Espíritu blanco

### 6.6.1 Alimentación a proceso

Las emisiones de carbono procedentes del uso de los combustibles arriba enumerados como alimentación a procesos se declaran dentro de las categorías de fuentes del capítulo Procesos industriales y uso de productos (IPPU). En consecuencia, todo el carbono del combustible provisto como alimentación a proceso se excluye del total de carbono del consumo aparente de energía. La mayoría de los combustibles usados como alimentación a procesos también se usan para elevación térmica en refinерías u otros sitios. Por ejemplo, el gas oil o el gas natural pueden suministrarse para fines de elevación térmica, además de los usos como alimentación a procesos. Por lo tanto, es fundamental que solo las cantidades de combustible entregado para alimentación a procesos se

<sup>3</sup> En el Capítulo 5, Volumen 3, se presentan métodos detallados de abajo hacia arriba para estimar las emisiones procedentes del uso de combustibles para alimentación a procesos, reductores u otro uso no energético.



resten del carbono total del consumo aparente de energía. La distinción entre el uso como alimentación a procesos de los combustibles y el uso para las necesidades de combustión exige atención detallada.

El procesamiento de la alimentación a procesos puede producir gases o petróleo derivados. Del mismo modo, puede usarse parte de una provisión de alimentación a procesos para alimentar el proceso. La declaración de las emisiones procedentes de la quema de los gases secundarios (o las «descargas gaseosas») del procesamiento petroquímico o de la fabricación del hierro y del acero, o del uso directo de la alimentación a procesos como combustible se rige por el principio formulado en la Sección 1.2 del capítulo Introducción del presente volumen, para asignar las emisiones de la quema de combustible entre los sectores de IPPU y de quema de combustible. La aplicación del principio significa que algunos países declaran en sus inventarios parte del carbono de alimentación a procesos como emisiones procedentes de la quema de combustible. No obstante, dado que la simplicidad es un objetivo del Método de referencia, allí debe mantenerse la exclusión completa del carbono de alimentación a procesos. Es una *buena práctica* que las discrepancias que genere entre el Método de referencia y el método por sectores se cuantifiquen y expliquen en el paso de generación de informes.

## 6.6.2 Reductor

### COQUE PARA HORNO DE COQUE Y COQUE DE PETRÓLEO

Los coques fabricados a partir de carbones y productos petrolíferos pueden usarse para la quema de combustible o los procesos industriales, principalmente en las industriales del hierro y del acero y de los metales no ferrosos. Cuando se lo utiliza como reductor en los procesos industriales, se calienta el coque con óxidos inorgánicos, los cuales reduce al eliminar el oxígeno del monóxido y dióxido de carbono. Las «descargas gaseosas» producidas de esta forma pueden quemarse en el sitio para ayudar a calentar el proceso o en otro sitio, en otra categoría de fuente. En el último caso, se declaran las emisiones como quema de combustible. La Sección 1.2 del capítulo Introducción del presente Volumen proporciona orientación sobre los principios de la generación de informes. Sin embargo, dado que los datos para esta actividad no siempre están disponibles y, para mantener la simplicidad del Método de referencia, deben excluirse las cantidades de coque suministradas para las industrias del hierro y del acero y de los metales no ferrosos del carbono total. El efecto se verá reflejado como la diferencia entre el Método de referencia y el método por sectores al hacer la comparación. Véase la Sección 6.8.

### CARBÓN Y ALQUITRÁN DE HULLA / BREA DE ALQUITRÁN DE HULLA

Es posible inyectar carbón pulverizado en los altos hornos como reductor; se utiliza el carbón de forma similar como reductor en algunos procesos de fabricación del dióxido de titanio. El carbono mayormente entra en los gases de productos derivados asociados con los procesos y las emisiones cubiertos por la actividad en la que se queman los gases. Para el carbón pulverizado se da principalmente dentro de la industria del hierro y del acero y se declara en el sector IPPU. Solamente en el caso en el que el gas de alto horno se transfiere a otra industria como combustible, las emisiones se clasifican como sector Energía y la parte de las emisiones que puede atribuirse al carbón pulverizado y a otros hidrocarburos inyectados es muy pequeña.

La destilación del carbón en los hornos de coque para producir coque da como resultado la producción de alquitranes y aceites livianos recuperados del gas del horno de coque. Entre los aceites livianos se incluyen el benceno, tolueno, xileno y no aromáticos, así como cantidades inferiores de otras sustancias químicas. Entre los alquitranes se incluyen: naftaleno, antraceno y brea. Los aceites livianos son valiosos como solventes y como sustancias químicas básicas. Se supone que las emisiones relacionadas están cubiertas por el sector IPPU.

Suele usarse la brea como aglutinante para la producción de ánodos. Pueden usarse los aceites más pesados asociados con las breas para colorantes, conservantes de la madera o en *road oils* para la colocación del asfalto. Todas estas actividades están cubiertas en el sector IPPU y se excluyen de la quema de combustible las emisiones relacionadas.

Si hay plantas de fabricación de coque en las que se queman los aceites o la brea para elevación térmica, se sugiere que se tomen en cuenta todos los casos de esta actividad de un país, para explicar las diferencias que existen entre el Método de referencia y el Método por sectores al efectuar la conciliación.

### GAS NATURAL

En algunas plantas de hierro y acero, se puede inyectar el gas natural en los altos hornos como reductor para el proceso de fabricación del hierro. La clasificación de las emisiones relativas a la inyección de gas es idéntica a la efectuada para el carbón pulverizado antes analizado, y deben excluirse estas cantidades.

## 6.6.3 Uso de productos no energéticos

### ALQUITRÁN

Se utiliza el alquitrán/asfalto para pavimentación de rutas e impermeabilización de techos en los que el carbono que contiene queda almacenado por largos períodos de tiempo. En consecuencia, no hay emisiones de la quema de combustible que surjan de las provisiones de alquitrán dentro del año del inventario.

### LUBRICANTES

Las estadísticas referidas a los aceites lubricantes suelen cubrir no solo el uso de lubricantes en los motores, sino también los aceites y las grasas para fines industriales y los aceites para radiación y lubricantes para cuchillas. Todos los suministros de aceite lubricante deben excluirse del Método de referencia. Así se evita el posible cómputo doble de las emisiones procedentes de la quema de lubricantes de desecho cubiertas en el Método de referencia en la categoría «otros combustibles fósiles» pero se omite la inclusión de las emisiones procedentes de los lubricantes en los motores de dos tiempos. Véase el análisis en la Sección 6.8. «Simplificaciones en el Método de referencia».

### CERAS DE PARAFINA (PETRÓLEO)

Se excluyen todas las cantidades de ceras de parafina del Método de referencia. Dentro de los muchos usos de las ceras de parafina hay dos usos principales que llevan a la quema de combustible como se define en la Sección 1.2. Se trata del uso de velas en los dispositivos de calefacción o calentamiento (por ejemplo, las chapas de fricción) y la incineración de materiales recubiertos con cera entre otros desechos de las plantas de desechos municipales con termo recuperación. El uso de velas para iluminación se considera principalmente un fin decorativo y no quema de combustible. Las emisiones procedentes de la quema de ceras en las plantas de desechos municipales con termo recuperación ya están incluidas en el Método de referencia (en la categoría «Otros combustibles fósiles»), de modo que deben excluirse las cantidades de cera pertinentes. Los datos relativos al aporte de las restantes fuentes pequeñas de energía son muy difíciles de obtener por lo que, dentro del Método de referencia, se excluyen estas fuentes de la quema de combustible.

### ESPÍRITU BLANCO

El espíritu blanco lleva a las emisiones de solvente que no son emisiones procedentes de la quema de combustible y, por lo tanto, deben excluirse.

## 6.6.4 Método

La cantidad de carbono que debe excluirse de la estimación de las emisiones de quema de combustible se calcula según la ecuación siguiente.

<p><b>ECUACIÓN 6.4</b></p> <p><b>CARBONO EXCLUIDO DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE</b></p> $\text{Carbono excluido}_{\text{combustible}} = \text{Datos de la actividad}_{\text{combustible}} \cdot CC_{\text{combustible}} \cdot 10^{-3}$
--

Donde:

Carbono excluido	= carbono excluido de las emisiones procedentes de la quema de combustible (Gg C)
Datos de la actividad	= datos de la actividad (TJ)
CC	= contenido de carbono (tonelada de C/TJ)

En el Cuadro 6.2 se presentan los datos de la actividad para cada producto pertinente.

<b>CUADRO 6.2</b>	
<b>DATOS DE LA ACTIVIDAD PARA LOS FLUJOS DE CARBONO EXCLUIDO</b>	
<b>Combustible</b>	<b>Datos de la actividad<sup>1</sup></b>
GLP, etano, nafta, gas de refinería <sup>2</sup> , gas/diesel oil, queroseno	Suministros a las alimentaciones a procesos petroquímicos <sup>3</sup>
Alquitrán	Suministro total
Lubricantes	Suministro total
Ceras de parafina <sup>2</sup>	Suministro total
Espíritu blanco <sup>2</sup>	Suministro total
Coques	Suministro total
Coque de petróleo calcinado	
Coque para horno de coque	Suministro a las industrias del hierro y el acero y de los metales no ferrosos
Alquitrán de hulla	
Aceites livianos del carbón	Suministro a la industria química
Alquitrán de hulla / brea	Suministro a la industria química y a la construcción
Gas natural	Suministro a las sustancias de alimentación a procesos petroquímicos y para la reducción directa de mineral ferroso en la industria del hierro y del acero.
Notas:	
<sup>1</sup> Suministro significa la cantidad total de combustible entregado y no es lo mismo que consumo aparente (del que se excluye la producción de combustibles secundarios).	
<sup>2</sup> El gas de refinería, las ceras de parafina y el espíritu blanco se incluyen en «otro petróleo».	
<sup>3</sup> A los fines del Método de referencia, los suministros usados como datos de la actividad deben ser el neto de cualquier petróleo devuelto a las refinerías del procesamiento petroquímico.	

## 6.7 CARBONO SIN OXIDAR DURANTE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE

Una pequeña parte del carbono combustible que ingresa en la combustión escapa de la oxidación, pero la mayor parte de este carbono luego se oxida en la atmósfera. Se supone que el carbono que permanece sin oxidar (p. ej., como hollín o ceniza) se guarda en forma indefinida. A los fines del Método de referencia, a menos que esté disponible la información específica del país, debe usarse un valor por defecto de 1 (oxidación completa).

## 6.8 COMPARACIÓN ENTRE EL MÉTODO DE REFERENCIA Y UN MÉTODO POR SECTORES

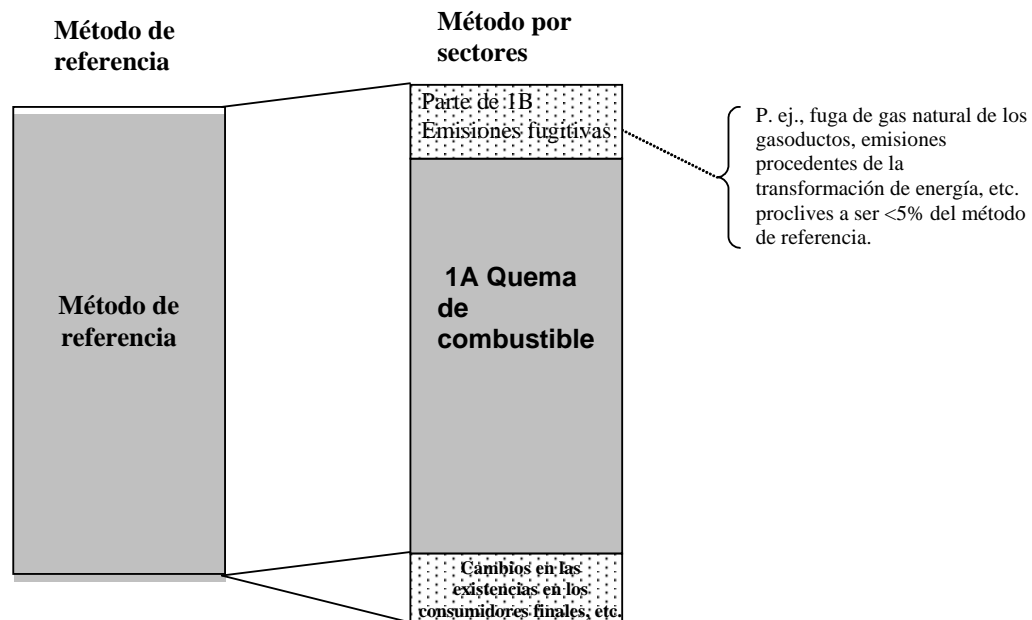
El Método de referencia y el Método por sectores suelen tener diferentes resultados porque el primero es un método de arriba hacia abajo que utiliza los datos de provisión de energía de un país y no tiene información detallada acerca del modo en el que se utilizan los combustibles individuales en cada sector.

El Método de referencia proporciona estimaciones del CO<sub>2</sub> para compararlas con las estimaciones derivadas a través de un Método por sectores. Puesto que no toma en cuenta el carbono capturado, deben compararse los resultados con las emisiones de CO<sub>2</sub> antes de restar esas cantidades. Teóricamente, indica un límite superior al Método por sectores «1A Quema de combustible» porque parte del carbono del combustible no se quema pero se emite en forma de emisiones fugitivas (como fuga o evaporación en la etapa de producción y/o transformación).

Calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> con los dos métodos puede llevar a diferentes resultados para algunos países. Típicamente, la brecha entre los dos métodos es relativamente pequeña (5 por ciento o menos) en comparación

con los flujos totales de carbono en cuestión. En los casos en los que 1) las emisiones fugitivas son proporcionales a los flujos de masa que entran en los procesos de producción y/o transformación, 2) los cambios en las existencias del nivel final del consumidor no son significativos y 3) las diferencias estadísticas en los datos de energía son limitados, el Método de referencia y el método por sectores deben llevar a evaluaciones similares de las tendencias de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Figura 6.1 Método de referencia versus método por sectores**



Cuando efectivamente se producen discrepancias y/o una gran desviación de la serie temporal, las causas principales son las enumeradas a continuación.

- Grandes **diferencias estadísticas** entre la provisión y el consumo de energía en los datos energéticos básicos. Surgen las diferencias estadísticas de la recopilación de datos de diferentes partes del flujo de combustible, de los orígenes de la provisión a las diversas etapas de la conversión y el uso aguas abajo (*downstream*). Constituyen una parte normal y considerable del balance del combustible. Siempre deben analizarse las grandes diferencias estadísticas aleatorias para determinar el motivo de la diferencia, pero deben también buscarse las diferencias estadísticas más pequeñas e igualmente importantes, que sistemáticamente muestran un exceso de sobre demanda de suministro (o viceversa).
- **Desequilibrios de masa** significativos entre el petróleo crudo y otras sustancias de alimentación a procesos que entran en las refinerías y los productos de petróleo (bruto) fabricados.
- El uso de los **valores calóricos netos y de contenido de carbono aproximados** para los combustibles primarios que se convierten en vez de quemarse. Por ejemplo, puede parecer que no hay conservación de energía o carbono según el valor calórico y/o el contenido de carbono elegido para el petróleo crudo que ingresa en las refinerías y para la mezcla de productos que produce la refinería para un año dado. Puede traducirse en una estimación por encima o por debajo de los valores reales de las emisiones asociadas con el Método de referencia.
- La **asignación incorrecta de las cantidades de combustibles utilizados para conversión en productos derivados** (que no sean energía ni calor) **o las cantidades quemadas en el sector de energía**. Al reconciliar las diferencias existentes entre el Método de referencia y un método por sectores de Nivel 1, es importante garantizar que las cantidades declaradas en los sectores de transformación y energía (p. ej., para hornos de coque) reflejen correctamente las cantidades usadas para la conversión y para el uso de combustible, respectivamente, y que no se haya producido una asignación incorrecta. Nótese que las cantidades de combustibles convertidos en productos derivados deben haberse declarado en el sector de transformación del

balance de energía. Si se utiliza algún producto derivado para alimentar el proceso de conversión, las cantidades involucradas deben estar declaradas en el sector energía del balance de energía. En el Método por sectores del Nivel 1, no deben incluirse las entradas al sector de transformación en los datos de la actividad usados para estimar emisiones.

- **Información faltante sobre la combustión de ciertos resultados de la transformación.** Las emisiones procedentes de la quema de los combustibles secundarios producidos en los procesos integrados (por ejemplo, el gas de horno de coque) pueden haber sido pasada por alto en el Método por sectores de Nivel 1 si los datos son deficientes o no están disponibles. El uso de combustibles secundarios (el resultado del proceso de transformación) debe incluirse en el Método por sectores para todos los productos secundarios. No hacerlo produce la estimación por debajo de los valores reales del Método por sectores.
- **Simplificaciones del Método de referencia.** Hay pequeñas cantidades de carbono que deben incluirse en el Método de referencia porque sus emisiones quedan comprendidas en la quema de combustible. Se han excluido estas cantidades en los casos en los que los flujos son pequeños o no están representados por una estadística significativa dentro de los datos de la energía. Entre los ejemplos de cantidades no justificadas en el Método de referencia se incluyen los lubricantes usados en los motores de dos tiempos, los altos hornos y otros gases derivados que se usan para la quema de combustible fuera de su categoría de fuente de producción y combustión de productos parafinados en las plantas de desechos con termo recuperación. Por otra parte, hay flujos de carbono que deben excluirse del Método de referencia, pero por cuestiones similares a las anteriores, no se encuentran medios prácticos de excluirlos sin complicar excesivamente los cálculos. Incluyen los carbones y otros hidrocarburos inyectados en los altos hornos, así como los coques usados como reductores en la manufactura de sustancias químicas inorgánicas. Los efectos de estas simplificaciones se verán en la discrepancia existente entre el Método de referencia y un método por sectores y, si están disponibles los datos, es posible estimar sus magnitudes.
- **Información faltante acerca de los cambios en las existencias** que pueden producirse en el nivel del consumidor final. La pertinencia de las existencias del consumidor depende del método usado para el abordaje por sectores. Si se utilizan las cifras correspondientes al suministro (que suele ser el caso), los cambios en las existencias de los consumidores no son pertinentes. Si, por el contrario, el Método por sectores utiliza el consumo real del combustible, puede ocasionar una estimación por encima o por debajo de los valores reales del Método de referencia.
- **Pérdidas por distribución** elevadas del gas vuelven al Método de referencia mayor que el método por sectores,
- **El consumo no registrado** de gas u otros combustibles puede provocar una estimación por debajo de los valores del Método por sectores.
- El tratamiento de las **transferencias** y las **reclasificaciones de los productos energéticos** puede causar una diferencia en la estimación del Método por sectores, puesto que pueden usarse valores calóricos netos y factores de emisión diferentes, según cómo se clasifica el combustible.
- Debe destacarse que para los **países que producen y exportan grandes cantidades de combustible**, la incertidumbre respecto del suministro residual puede ser significativa y afectar el Método de referencia.

## 6.9 FUENTES DE DATOS

El abordaje del IPCC para el cálculo de los inventarios de emisiones fomenta el uso de estadísticas de combustible recopiladas por un organismo nacional de reconocimiento oficial, puesto que suele ser la fuente de datos de la actividad más completa y accesible. No obstante, en algunos países, quienes deben compilar la información del inventario pueden no tener acceso directo a toda la gama de datos disponibles en su país y quizá deseen usar datos especialmente provistos por su país a las organizaciones internacionales, cuyas funciones de políticas exigen conocimientos del suministro y uso de la energía en el mundo. Actualmente existen dos fuentes principales de estadísticas internacionales sobre la energía: la Agencia Internacional de Energía (AIE) y las Naciones Unidas (ONU). Se presenta la información sobre estas fuentes de datos internacionales en el capítulo Introducción del volumen Energía (Sección 1.4.1.3).

## 6.10 INCERTIDUMBRES

Si el Método de referencia es el principal método de contabilización del CO<sub>2</sub> procedente de la quema de combustible, es una *buena práctica* efectuar un análisis de incertidumbre.

### **6.10.1 Datos de la actividad**

La incertidumbre general de los datos de la actividad es una combinación de los errores sistemáticos con los aleatorios. Los países más desarrollados preparan los balances de provisión de combustible, lo que crea un control de los errores sistemáticos. En estas circunstancias, los errores sistemáticos generales suelen ser pequeños. Sin embargo, puede haber una contabilidad incompleta en los sitios en los que los individuos y los pequeños productores extraen combustible fósil (generalmente carbón) para su propio uso, que no ingresa en el sistema de contabilización formal. Con todo, los expertos creen que la incertidumbre que resulta de los errores en los datos de la actividad de los países con sistemas estadísticos bien desarrollados quizá se encuentre dentro de  $\pm 5\%$  para un combustible dado. En el caso de los países con sistemas de datos de energía menos desarrollados, sería significativamente mayor, quizá de  $\pm 10$  por ciento para un combustible dado.

### **6.10.2 Contenido de carbono y valores calóricos netos**

La incertidumbre asociada con el contenido de carbono y los valores calóricos netos es el resultado de dos elementos principales: la exactitud con la cual se miden los valores y la variabilidad en la fuente de suministro del combustible y la calidad del muestreo de los suministros disponibles. En consecuencia, pueden considerarse los errores principalmente aleatorios. La incertidumbre es el resultado –mayormente– de la variabilidad en la composición del combustible. Para los combustibles comercializados, es probable que sea menor que para los no comercializados (véanse los Cuadros 1.2 y 1.3).

### **6.10.3 Factores de oxidación**

Los rangos de incertidumbre por defecto no están disponibles para los factores de oxidación. Es posible desarrollar incertidumbres para dichos factores sobre la base de la información provista por los grandes consumidores acerca de la exhaustividad de la combustión en los tipos de equipos que utilizan.

## **Referencias**

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000)  
Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories