



# MÓDULO I

# ENERGÍA

---





## I ENERGÍA

### I.1 Introducción

Este módulo incluye las instrucciones para estimar las emisiones de SO<sub>2</sub> y de gases de efecto invernadero procedentes de actividades energéticas. Está dividido en dos categorías, quema de combustibles y emisiones fugitivas. Esas categorías están subdivididas pragmáticamente empleando criterios metodológicos:

- **Combustión**

*Métodos del Nivel 1*

- Emisiones de CO<sub>2</sub>
  - Método de Referencia
  - Atendiendo a las principales categorías de fuente
- Gases diferentes del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles, por categoría de fuentes.

*Métodos del Nivel 2*

- Emisiones procedentes de los aviones

- **Emisiones fugitivas**

- Emisiones de metano procedentes de la extracción y manipulación del carbón
- Emisiones de metano procedentes de las actividades de Petróleo y Gas Natural
- Emisiones de precursores del ozono y SO<sub>2</sub> procedentes de la refinación del petróleo

Para la estimación de las emisiones correspondientes a las categorías de actividad/fuente empleadas en las metodologías siguientes deberán emplearse las definiciones de esas categorías que aparecen en el Volumen I, *Instrucciones para realizar el informe del inventario*. Esas definiciones han sido redactadas con sumo cuidado para lograr el mayor grado de conformidad con otros sistemas internacionales de clasificación y para reducir al mínimo los riesgos de contabilización doble.

## QUEMA DE COMBUSTIBLES - NIVEL I

### I.2 Emisiones de CO<sub>2</sub>

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles puede realizarse a tres niveles diferentes, denominados Niveles 1, 2 y 3 en las Directrices del IPCC. En esta publicación se describen los métodos del Nivel 1, que se concentran en el cálculo de las emisiones a partir del Contenido de Carbono de los combustibles suministrados al país tomado en su conjunto (el Método de Referencia) o a las principales actividades de combustión (categorías de fuente). Este último método se ha elaborado recientemente en paralelo con el método equivalente para el cálculo de las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles y responde a la necesidad de contar con cifras de emisiones

por sector para la vigilancia y la formulación de políticas de reducción de las emisiones.

## 1.2.1 Método de Referencia

### Introducción

Las emisiones de dióxido de carbono se generan por la quema de combustibles que contienen carbono. Las estimaciones de las emisiones nacionales se realizan atendiendo a la cantidad de combustible utilizado y al contenido de carbono de los combustibles.

La quema de combustibles es un fenómeno que ocurre en la mayoría de las actividades económicas en los distintos países, por lo que el registro completo de las cantidades de cada tipo de combustible consumido en cada actividad de "uso final" es una tarea considerable que algunos países todavía no han emprendido. Afortunadamente, se puede lograr una estimación precisa de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub> mediante la contabilización del carbono en los combustibles suministrados a la economía. El registro del suministro de combustibles es sencillo y las estadísticas son más fáciles de obtener en muchos países.

A la hora de contabilizar los combustibles suministrados es importante distinguir entre *combustibles primarios* (es decir, los que se encuentran en estado natural como, por ejemplo, el carbón, el petróleo crudo y el gas natural), y los *combustibles secundarios* o productos combustibles, como son la gasolina y los lubricantes, que se derivan de los combustibles primarios.

La contabilización del carbono se basa principalmente en el suministro de combustibles primarios y en las cantidades netas de combustibles secundarios producidos en el país.

Para calcular el suministro de combustibles en el país es necesario disponer de los siguientes datos para cada combustible y año seleccionados:

- las cantidades de combustibles primarios producidos (se excluye la producción de combustibles secundarios)
- las cantidades de combustibles primarios y secundarios importados
- las cantidades de combustibles primarios y secundarios exportados
- las cantidades de combustibles residuales pesados (*bunkers*) destinados al transporte marítimo y aéreo internacional
- el incremento o disminución neta de las existencias de combustibles

Para cada combustible, se suman las cifras de producción (si procede) y las importaciones, restándose la exportación, los *bunkers* internacionales y los cambios en las existencias para calcular el consumo aparente de los combustibles.

En el cálculo principal deberá ignorarse la producción de combustibles secundarios, ya que el carbono de esos combustibles ya estaba contabilizado en el suministro de los combustibles primarios de los que se derivan. Sin embargo, es necesario contar con información sobre la producción de algunos productos combustibles secundarios para proceder al ajuste correspondiente al carbono almacenado en esos productos.



Ese procedimiento permite calcular el suministro de combustibles primarios en el país, haciendo los ajustes correspondientes a las importaciones netas (importaciones-exportaciones), los *bunkers* internacionales de combustibles y los cambios en las existencias de los combustibles secundarios. Se debe destacar que, en los casos en que las exportaciones de combustibles secundarios son superiores a las importaciones o en que los incrementos de las existencias superan las importaciones netas, los cálculos arrojarán resultados negativos. Esto es correcto y no debe ser causa de preocupación.

Otros tres aspectos importantes inciden en la metodología de contabilización:

- *Carbono almacenado*

No todo el combustible que ingresa en un país se quema para obtener energía calorífica. Parte se utiliza como materia prima (o materia básica) para la fabricación de productos, como es el caso de los plásticos, o en actividades sin finalidad energética (v.g., asfalto para la pavimentación de carreteras), en que no ocurre oxidación (emisiones) de carbono. Ese combustible recibe el nombre de *carbono almacenado* y se descuenta del cálculo de las emisiones de carbono. Para estimar el carbono almacenado es necesario contar con información sobre las actividades en que el combustible se utiliza como materia prima. Estos requisitos se explican más adelante.

- *Combustibles de bunkers internacionales*

Los procedimientos presentados para el cálculo de las emisiones garantizan que las emisiones procedentes del uso de los combustibles en el transporte marítimo y aéreo internacional se excluyen de los totales nacionales de emisiones. Sin embargo, se deberá notificar por separado (a título de información) las cantidades y tipos de combustibles entregados en los *bunkers* internacionales para el transporte marítimo y aéreo, así como las emisiones.

- *Combustibles de biomasa*

Los combustibles de biomasa se incluyen en la contabilidad nacional de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> sólo a título de información. En el módulo correspondiente a Energía, se da por supuesto que el consumo de biomasa es igual al volumen que se regenera. Toda variación con respecto a esa hipótesis se refleja en el módulo correspondiente a Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura.

## Fuentes de los datos

Siempre que sea posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local. La Agencia Internacional de la Energía y la División de Estadísticas de las Naciones Unidas publican información en materia de energía para gran número de países. Véase el *Manual de Referencia*, Capítulo 1, Sección 1-2.

Junto con los datos energéticos, en la metodología del *Libro de Trabajo* se incluyen los factores de emisiones por defecto y otros supuestos de partida, siempre que estén disponibles. Para calcular las emisiones nacionales, los usuarios de ese método pueden sustituir libremente cualquiera de esos supuestos o recomendaciones si prefieren utilizar otra información. **Siempre que se utilice otra información distinta de los valores recomendados en el *Libro de Trabajo*, esto deberá indicarse y**

adjuntarse la documentación necesaria sobre las fuentes de la información.

## Metodología

La metodología del IPCC divide el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión de combustibles en 6 pasos:

Paso 1: Estimación del consumo aparente de combustibles en unidades originales

Paso 2: Conversión a una unidad común de energía

Paso 3: Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono

Paso 4: Cálculo del carbono almacenado

Paso 5: Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado

Paso 6: Conversión del carbono oxidado a emisiones de CO<sub>2</sub>

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

### USO DE LA HOJA DE TRABAJO

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

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-1: CO<sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA) Y LA HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-1: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS, que aparecen al final de este módulo, para dar entrada a la información correspondiente a este submódulo.

En esta sección se incluyen instrucciones detalladas para realizar el cálculo de las emisiones a un nivel detallado de combustibles y productos derivados de los mismos.

Se debe señalar que la hoja de trabajo principal permite el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a los combustibles de biomasa, pero no se la incluye en el total nacional.

## PASO I ESTIMACIÓN DEL CONSUMO APARENTE DE COMBUSTIBLE

I El Consumo Aparente es la base para los cálculos del suministro de carbono en el país. Para calcular el consumo aparente de cada combustible (o el total del combustible suministrado), se deberá dar entrada a las cifras siguientes para los combustibles primarios.

- Producción (Columna A)
- Importaciones (Columna B)
- Exportaciones (Columna C)
- *Bunkers* internacionales (Columna D)
- Cambios en las existencias (Columna E)



En el caso de los combustibles y productos secundarios, las únicas cifras que es necesario anotar son las correspondientes a:

- Importaciones (Columna B)
- Exportaciones (Columna C)
- *Bunkers* internacionales (Columna D)
- Cambios en las existencias (Columna E)

Esas cifras permiten realizar el cálculo global del consumo total.

Las cantidades de todos los combustibles pueden expresarse en julios (J), megajulios (MJ), gigajulios (GJ), terajulios (TJ), y miles de toneladas de equivalente de petróleo (ktoe). Los combustibles sólidos o líquidos pueden expresarse en miles de toneladas (kt) y el gas natural seco puede expresarse en teracalorías (Tcal) o metros cúbicos.

Se debe señalar que la cifra correspondiente a la producción de gas natural empleada en la HOJA DE TRABAJO I-1, no deberá incluir las cantidades de gas venteo, quemado en mechurrios o inyectado nuevamente en el pozo.

Si se notifican cantidades de combustible expresadas en unidades de energía (terajulios, toe, etc.), deberá velarse por que las cantidades se hayan calculado utilizando el valor calorífico neto (VCN) de los combustibles en cuestión. En algunos casos, el VCN recibe el nombre de Valor Calórico Inferior (VCI). El VCN es aproximadamente el 95% del Valor Calórico Bruto (VCB) en el caso de los combustibles fósiles líquidos, fósiles sólidos y de biomasa, y representa el 90% del VCB del gas natural. En el caso de otras fuentes combustibles, debe determinarse si las cifras se han obtenido empleando los valores caloríficos netos o brutos y realizar las conversiones necesarias a VCN.

- 2 Una vez asentados todos los datos en las columnas de la A hasta la E, deberá calcularse el consumo aparente de cada combustible utilizando esta fórmula:

**Consumo Aparente = Producción + Importaciones - Exportaciones - *Bunkers* internacionales - Cambios en las existencias**

Indicar el resultado en la Columna F.

Se debe prestar especial atención al signo algebraico de los “cambios en las existencias” a la hora de anotar las cifras correspondientes en la Columna E. Cuando se añade más combustible a las existencias de lo que se consume durante el año, ocurre un aumento neto de las mismas y la cantidad se indica en la Columna E con un signo positivo. En el caso opuesto (disminución de las existencias) la cantidad deberá indicarse en la columna E con un signo negativo. A la hora de calcular el Consumo Aparente empleando la fórmula que aparece arriba, deberán emplearse las reglas algebraicas habituales para la combinación de signos.

#### DATOS DE EXPORTACIÓN

En algunas fuentes de datos, las Exportaciones aparecen con signo negativo. En este método, todas las cifras de las exportaciones deberán asentarse como números positivos.

#### COMBUSTIBLES DE *BUNKERS*

En los lugares indicados en la HOJA DE TRABAJO I-1, (Hoja 1), anotar la cantidad de un determinado combustible consumido como combustible de *bunkers* internacionales (combustible utilizado para el transporte marítimo y aéreo internacional). El cálculo del consumo aparente excluye automáticamente esas cifras. Los datos del consumo de los *bunkers* y las emisiones conexas se presentan por separado en la HOJA DE TRABAJO I-1, hojas 4 y 5, y siguen los mismos pasos que en la Hoja de trabajo principal.

#### DATOS DE CAMBIO DE LAS EXISTENCIAS

Un incremento de las existencias es un cambio positivo de las mismas y, como esta cifra se resta, el consumo aparente disminuye; una reducción de las existencias (uso de combustible de las existencias) es un cambio negativo que aumentará el consumo aparente.

## PASO 2 CONVERSIÓN A UNA UNIDAD COMÚN DE ENERGÍA (TJ)

### VALORES CALORÍCOS NETOS (VCN)

El valor calorífico de un combustible es una medida de su utilidad para fines de calefacción. Si se cuenta con los VCN para el país del inventario, deberán utilizarse. En el *Manual de Referencia* (Volumen 3) se presentan los VCN por defecto para los derivados del petróleo y del carbón en muchos países. Si en la tabla no aparecen valores de conversión para el país objeto del inventario, deberán seleccionarse los VCN de otro país en que se utilicen combustibles similares a los empleados en el país.

En la Tabla I-3 del *Libro de Trabajo* se indican los VCN para los derivados del petróleo refinado y otros productos.

En todos los casos, los factores de conversión utilizados deberán indicarse en la Columna G. Si se utilizan valores distintos de los proporcionados, deberá incluirse una nota explicando la fuente de los factores.

TABLA I-1 FACTORES DE CONVERSIÓN	
UNIDAD	FACTOR DE CONVERSIÓN
J, MJ o GJ	Dividir por el factor adecuado, $10^{12}$ , $10^6$ ó $10^3$ respectivamente, para convertir a TJ.
Unidades $10^6$ toe	Multiplicar por el Factor de Conversión, $41868 \text{ TJ}/10^6 \text{ toe}$ , para realizar la conversión a TJ
Unidades Tcal	Multiplicar por el Factor de Conversión, $4,1868 \text{ TJ}/\text{Tcal}$ .
$10^3$ t	Se debe utilizar el valor calorífico neto de cada combustible. Véase el recuadro titulado "Valores Calóricos Netos".

NOTA: Al convertir desde  $10^3$  t, en el caso de la antracita, el carbón de coque, otros carbones bituminosos, carbón sub bituminoso y lignito, los *Factores de conversión específicos para cada país* que se muestran por separado en el *Manual de Referencia* proporcionan diferentes valores de conversión para la Producción (Columna A), las Importaciones (Columna B), y las Exportaciones (Columna C). Por lo que respecta a esos combustibles, el usuario deberá calcular el consumo aparente convirtiendo en primer lugar a TJ las cifras correspondientes a la Producción, las Importaciones, las Exportaciones y los Cambios en las Existencias. En cuanto a los *Bunkers Internacionales* (Columna D) y a los Cambios en las Existencias (Columna E), deberá emplearse un factor de conversión medio ponderado o seleccionar el factor adecuado a la fuente dominante de suministro.

- 1 Indicar en la Columna G el factor de conversión utilizado para cada combustible.  
Los valores caloríficos netos se presentan en la Tabla I-3, así como en otras tablas que aparecen en el *Manual de Referencia*.
- 2 Multiplicar el Consumo Aparente por el factor de conversión pertinente (VCN o factor de escala) para obtener el Consumo Aparente en terajulios. Anotar el resultado en la Columna H.





TABLA I-2 FACTORES DE EMISIÓN DE CARBONO (FEC)	
Combustible	FEC (t C/TJ)
FÓSILES LÍQUIDOS	
<i>Combustibles primarios</i>	
Petróleo crudo	20,0
Orimulsión	22,0
Líquidos de gas natural	17,2
<i>Combustibles/productos secundarios</i>	
Gasolina	18,9
Quer. para a. de reacción	19,5
Otros t. de queroseno	19,6
P. de esquisto bituminoso	20,0
Gasóleo/fuelóleo	20,2
Fuelóleo residual	21,1
GPL	17,2
Etano	16,8
Nafta	(20,0) (a)
Asfalto	22,0
Lubricantes	(20,0) (a)
Coque de petróleo	27,5
Mat. primas de refinería	(20,0) (a)
Gas de refinería	18,2 (b)
Otros prod. del petróleo	(20,0) (a)
FÓSILES SÓLIDOS	
<i>Combustibles primarios</i>	
Antracita	26,8
Carbón de coque	25,8
Otro carbón bituminoso	25,8
Carbón sub bituminoso	26,2
Lignito	27,6
Esquisto bituminoso	29,1
Turba	28,9
<i>Combustibles/productos secundarios</i>	
Bq.de lignito y prensadas	(25,8) (a)
Gas de horno de coque	29,5
Gas de horno de coque	13,0 (b)
Gas de alto horno	66,0 (b)
FÓSILES GASEOSOS	
Gas natural (seco)	15,3
BIOMASA	
Biomasa sólida	29,9
Biomasa líquida	(20,0) (a)
Gas de biomasa	(30,6) (a)
(a) Este valor es un valor por defecto hasta que se determine un FEC específico. Por lo que respecta al gas de biomasa, el FEC se basa en el supuesto de que el 50% del carbono contenido en la biomasa se convierte en metano y que el otro 50% se emite como CO <sub>2</sub> . Las emisiones de CO <sub>2</sub> procedentes del gas de biomasa no deben incluirse en los inventarios nacionales. Si no ocurre combustión del biogás liberado, 50% del contenido de carbono deberá incluirse como metano.	
(b) Se empleará en los cálculos sectoriales.	

**TABLA I-3  
VALORES CALORÍCOS NETOS SELECCIONADOS**

	<i>Factores (TJ/10<sup>3</sup> toneladas)</i>
<b>Productos de petróleo refinados</b>	
Gasolina	44,80
Queroseno para aviones de reacción	44,59
Otros tipos de queroseno	44,75
Petróleo de esquisto bituminoso	36,00
Gasóleo/fuelóleo	43,33
Fuelóleo residual	40,19
GPL	47,31
Etano	47,49
Nafta	45,01
Asfalto	40,19
Lubricantes	40,19
Coque de petróleo	31,00
Materias primas de refinería	44,80
Gas de refinería	48,15
Otros productos del petróleo	40,19
<b>Otros productos</b>	
Aceites y alquitranes de carbón derivados de los carbones de coque	28,00
Esquisto bituminoso	9,40
Orimulsión	27,50
Para más información sobre las fuentes, consultar el <i>Manual de referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero</i> .	

### **PASO 3 MULTIPLICACIÓN POR LOS FACTORES DE EMISIÓN DE CARBONO**

- 1 Anotar en la Columna I el Factor de Emisión de Carbono (FEC) utilizado para convertir el Consumo Aparente en Contenido de Carbono.  
En la Tabla 1-2 se presentan los valores por defecto que pueden emplearse si no se dispone de datos a nivel local.
- 2 Multiplicar el Consumo Aparente en TJ (en la Columna H) por el Factor de Emisión de Carbono (en la Columna I) para obtener el Contenido de Carbono en toneladas de C. Indicar el resultado en la Columna J.



- 3 Dividir el Contenido de Carbono en toneladas de C por  $10^3$  para convertir las cifras en gigagramos de carbono. Anotar el resultado en la Columna K.
- 4 Calcular los subtotales de las categorías de Combustibles Líquidos, Sólidos, Gaseosos y de Biomasa; sumar los subtotales de los Combustibles Fósiles Sólidos, Líquidos, y Gaseosos para obtener el Total (Columna K). Esta cifra se presenta sólo a título de información.

#### **PASO 4 CÁLCULO DEL CARBONO ALMACENADO**

En este paso son necesarios datos adicionales a los que requiere el cálculo del Consumo Aparente (véase el recuadro). Utilice la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-I: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS.

##### **1 Estimación de las Cantidades de Combustible**

###### *Asfalto y Lubricantes*

Sumar la Producción Nacional de Asfalto y Lubricantes a las cifras del Consumo Aparente de esos productos (que aparecen en la Columna F de la HOJA DE TRABAJO I-I principal) y anotar el total en la Columna A de la Hoja de trabajo auxiliar I-I.

###### *Aceites y alquitranes derivados del carbón*

Por lo que respecta al carbón para producción de coque, el supuesto por defecto es que el 6% del carbono contenido en el carbón de coque consumido se convierte en aceites y alquitranes. Multiplique el Consumo Aparente correspondiente al carbón de coque (de la HOJA DE TRABAJO I-I, Columna F) por 0,06. Si a nivel local se dispone de mejor información sobre la producción de aceites y alquitranes, deberá utilizársela e indicarse la fuente de los datos. Anotar el resultado en la Columna A.

###### *Gas natural, GPL, etano, nafta y gasóleo/fuelóleo*

Estimar la cantidad de esos combustibles que se utiliza como materia prima para fines no energéticos, y anotar la cifra en la Columna A.

##### **2 Conversión a TJ**

Indicar en la Columna B los Factores de Conversión apropiados. Multiplicar la Cantidad de Combustible Estimada (Columna A) por el Factor de Conversión pertinente para obtener la Cantidad de Combustible Estimada en TJ. Anotar el resultado en la Columna C de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-I.

##### **3 Cálculo del contenido de carbono**

Multiplicar la Cantidad de Combustible Estimada en TJ (Columna C) por el Factor de Emisión (en toneladas de carbono por terajulio) (Columna D) para obtener el Contenido de Carbono en toneladas de C (Columna E). Dividir las cifras resultantes por  $10^3$  para expresar la cantidad en gigagramos de carbono. Anotar el resultado en la columna F de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-I.

##### **CÁLCULO DEL CARBONO ALMACENADO**

Para calcular el carbono almacenado, es necesario trabajar a un nivel más detallado para los productos derivados del combustible. Para realizar ese cálculo, el usuario tiene que proporcionar información adicional. Si esa información no está disponible o se considera incierta, se puede elegir no calcular el carbono almacenado. Esa situación deberá quedar reflejada en la documentación de los resultados remitidos.

Para realizar los cálculos deberá utilizarse la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-I que aparece al final de esta sección. Si bien la mayor parte del carbono almacenado se encuentra reflejada en esa lista, se alienta a los países a que informen del carbono almacenado en cualquier otro combustible para el que tengan información.

**SI NO SE DESEA CALCULAR EL CARBONO ACUMULADO**

Salte el Paso 4, indique las cifras de la Columna K en la Columna M de la HOJA DE TRABAJO I-1, y prosiga con el Paso 5.

## 4 Cálculo del carbono real almacenado

Multiplicar el Contenido de Carbono (Columna F) por la Fracción del Carbono Almacenado (Columna G) para obtener el Carbono Almacenado. Anotar el resultado en la Columna H de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-1.

### Una vez completada la Hoja de trabajo auxiliar I-1

- 5 Anotar los valores del Carbono Almacenado correspondientes a los combustibles/productos pertinentes en la Columna L de la HOJA DE TRABAJO I-1 principal, hoja 3.
- 6 Restar las cifras del Carbono Almacenado (Columna L) de las del Contenido de Carbono (Columna K) para obtener las Emisiones Netas de Carbono. Indicar los resultados en la Columna M.

## PASO 5 CORRECCIÓN PARA DAR CUENTA DEL CARBONO NO OXIDADO

- 1 Anotar los valores de la Fracción del Carbono Oxidado en la Columna N de la HOJA DE TRABAJO I-1. En la Tabla I-4 se presentan los valores típicos medidos en instalaciones de carbón y se proponen valores mundiales por defecto para los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Si se dispone de información más detallada a nivel local, ésta deberá utilizarse y documentarse.
- 2 Multiplicar las Emisiones Netas de Carbono (Columna M) por la Fracción del Carbono Oxidado (Columna N) e indicar el resultado en la Columna O, Emisiones Reales de Carbono.

## PASO 6 CONVERSIÓN A EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

- 1 Multiplicar las Emisiones Reales de Carbono (Columna O) por 44/12 para obtener el Total del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) emitido durante la quema de combustible. Indicar los resultados en la Columna P.
- 2 Esa suma representa el total de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustibles.

**TABLA I-4  
FRACCIÓN DEL CARBONO  
OXIDADO**

Carbón <sup>1</sup>	0,98
Petróleo y derivados del petróleo	0,99
Gas	0,995
Turba para generación de electricidad <sup>2</sup>	0,99
<p>1 Esta cifra es una media global pero varía para distintos tipos de carbón y puede ser de sólo 0,91.</p> <p>2 La fracción correspondiente a la turba utilizada en los hogares podría ser muy inferior.</p>	



## 1.2.2 Categorías de fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>

### Introducción

El desglose por sectores de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub> empleando las categorías de fuente definidas por el IPCC resulta necesario para la vigilancia y las políticas de reducción de las emisiones. El Método de Referencia del IPCC permite una estimación rápida del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los combustibles suministrados al país, pero no permite determinar las emisiones por sector. La formulación de un método del Nivel I en que se desglosan por sector las emisiones diferentes del CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión (Hojas de Trabajo 1-3 y 1-4) se ha hecho extensivo al CO<sub>2</sub>, lo que permite obtener fácilmente información sobre ese gas en los diferentes sectores. Sin embargo, la sencillez de la estimación del CO<sub>2</sub> y la consideración especial prestada a las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los combustibles de biomasa significa que la metodología para el CO<sub>2</sub> difiere en varios aspectos de la utilizada para los gases distintos del CO<sub>2</sub>.

Los cálculos más pormenorizados empleados en este método son esencialmente similares en contenido a los empleados en el Método de Referencia.

### Cómo llenar las hojas de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO 1-2: CÁLCULOS PASO A PASO, la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS y la HOJA DE TRABAJO 1-2: ASPECTOS GENERALES que aparecen al final de este módulo para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

En esta sección se presentan instrucciones paso a paso para el cálculo de las emisiones para los diferentes combustibles y para cada una de las principales categorías de fuente. Además, se presentan instrucciones para la compilación de las hojas de aspectos generales.

Para cada categoría de fuente, las hojas de trabajo incluyen una lista de los combustibles más comunes consumidos. Se pueden añadir combustibles adicionales en las líneas en blanco que aparecen en la parte inferior de la lista y al final de las hojas de Aspectos Generales, en caso necesario.

### Hoja de trabajo 1-2: Cálculos paso a paso

#### PASO I ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES POR SECTOR

Reflejar en la Columna A la cantidad de cada combustible consumido por sector.

Si se declaran cantidades de combustibles expresadas en unidades de energía (terajulios, toneladas de equivalente de petróleo, etc.) deberá velarse por

que las cantidades hayan sido calculadas empleando los valores caloríficos netos (VCN) de los combustibles en cuestión. En algunos casos, el VCN recibe el nombre de valor calorífico inferior (VCI). El VCN es aproximadamente el 95% del valor calorífico bruto (VCB) en el caso de los combustibles fósiles líquidos, los combustibles fósiles sólidos y los combustibles de biomasa, y representa el 90% del VCB en el caso del gas natural. En cuanto a otros combustibles, deberá determinarse si las cifras se han derivado empleando los valores caloríficos netos o brutos, y realizar la conversión a VCN en caso necesario.

## Unidades

Las cantidades de todos los tipos de combustible pueden ser expresadas en julios (J), megajulios (MJ), gigajulios (GJ), terajulios (TJ) o miles de toneladas de equivalentes de petróleo (ktoe). Las correspondientes a los combustibles sólidos o líquidos pueden ser expresadas en miles de toneladas (kt), y el gas natural seco puede expresarse en teracalorías (Tcal) o metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

## Sector de Energía y Transformación

Se debe prestar especial atención a la hora de considerar la utilización de combustible en el sector de Energía y Transformación para evitar contabilización doble.

El uso de combustibles en el sector de Energía y Transformación puede dividirse en tres grupos:

### Sector de Transformación

1. Combustibles transformados en combustibles secundarios mediante procesos físicos o químicos sin combustión (tales como el petróleo crudo en productos de petróleo en las refinerías, el carbón en coque y gas de horno en los hornos de coque).
2. Combustibles quemados para generar electricidad y/o energía calorífica (excluidos los combustibles empleados para la autoproducción de electricidad y calor, que se declaran en el sector en que son utilizados).

### Sector de Energía

3. Combustibles quemados por las industrias de producción de energía (extracción y transformación de energía) para fines de calefacción, bombeo, tracción y alumbrado (tales como el gas de refinería para calentar las columnas de destilación, la utilización del metano para fines de calefacción en las minas de carbón).

En esta hoja de trabajo se da cuenta solamente del combustible empleado por los Grupos 2 y 3 (los combustibles que son quemados). Por otra parte, véase el Paso 4, en que se da cuenta de los lubricantes empleados por las industrias de producción de energía. No hay ninguna hoja de trabajo para las emisiones procedentes de la utilización de combustibles por el Grupo 1. Esas emisiones deberán notificarse en la categoría de fuente/sumidero IB: Emisiones Fugitivas procedentes de los combustibles. Es sumamente importante que se comprenda esa distinción. Las cantidades de combustibles primarios reflejadas en la Columna A no darán una idea cabal de las cantidades empleadas en las actividades del Grupo 1. Las cantidades reflejadas abarcan solamente las necesidades de combustión de esas industrias.



## PASO 2 CONVERSIÓN A UNA UNIDAD COMÚN DE ENERGÍA (TJ)

- 1 Anotar en la Columna B el factor para la conversión en terajulios.  
En la Tabla 1-3 del *Libro de Trabajo* y en la Tabla 1-2 del *Manual de Referencia* se presentan los factores de conversión.
- 2 Multiplicar el Consumo por el Factor de Conversión pertinente (VCN o factor de escala) para expresar el Consumo en terajulios. Anotar el resultado en la Columna C.

## PASO 3 MULTIPLICACIÓN POR LOS FACTORES DE EMISIÓN DE CARBONO

- 1 Anotar en la Columna D el Factor de Emisión de Carbono empleado para convertir el Consumo en Contenido de Carbono.  
En la Tabla 1-2 del *Libro de Trabajo* se presentan los valores por defecto que pueden emplearse si no hubiere datos disponibles a nivel local.
- 2 Multiplicar el Consumo en TJ (en la Columna C) por el Factor de Emisión de Carbono (en la Columna D) para obtener el Contenido de Carbono en toneladas de carbono. Anotar el resultado en la Columna E.
- 4 Dividir el Contenido de Carbono en toneladas de carbono por  $10^3$  para expresarlo como gigagramos de carbono. Anotar el resultado en la Columna F.

## PASO 4 CÁLCULO DEL CARBONO ALMACENADO

Para los fines del cálculo del carbono almacenado, los combustibles se clasifican en cuatro grupos.

- Combustibles empleados como materias primas, tales como nafta, gas natural, gasóleo/fuelóleo, GPL o etano.
- Lubricantes
- Asfalto y alquitrán de hulla
- Combustibles que no implican almacenamiento de carbono.

### **Combustibles empleados como materias primas, tales como nafta, gas natural, gasóleo/fuelóleo, GPL o etano:**

Esta subsección sobre materias primas se aplica solamente a la categoría de fuente correspondiente a la Industria.

Para este paso son necesarios datos adicionales. Emplear la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS.

### **VALORES CALORÍCOS NETOS (VCN)**

El valor calorífico de un combustible es un índice de su valor para fines de calefacción. Si dispone del VCN para los combustibles del país objeto del inventario, deberán emplearse esos valores. Los VCN por defecto correspondientes a los productos de petróleo y carbón en muchos países se presentan en el *Manual de Referencia* (Volumen 3). Si no se dispone del VCN para el país, seleccione el VCN para otro país en que se utilicen combustibles similares a los utilizados en el país del inventario.

En la Tabla 1-3 del *Libro de Trabajo* se presentan los VCN para productos de petróleo refinados y algunos otros productos.

En todos los casos, deberán indicarse los factores de conversión empleados en la Columna B. Si no se emplean los valores indicados, deberá incluirse una nota explicativa de la fuente de esos factores.

### **SI NO SE DESEA CALCULAR EL CARBONO ALMACENADO**

Saltar el Paso 4, anotar en la Columna I los valores que aparecen en la Columna F de la HOJA DE TRABAJO 1-2, y proseguir con el Paso 5.

## **1 Estimación de las cantidades de combustibles**

Estimar la cantidad de combustible utilizada como materia prima para fines no energéticos y anotarla en la Columna A de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2.

## **2 Conversión a TJ**

Anotar en la Columna B los Factores de Conversión pertinentes. Multiplicar el Uso como Materias Primas (Columna A) por el Factor de Conversión pertinente para obtener el Uso como Materias Primas en TJ. Anotar el resultado en la Columna C de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2.

## **3 Cálculo del Contenido de carbono**

Multiplicar el Uso como Materias Primas en TJ (Columna C) por el Factor de Emisión (en toneladas de carbono por terajulio) (Columna D) para obtener el Contenido de Carbono en toneladas de C (Columna E). Dividir las cifras por  $10^3$  para expresar esa cantidad como gigagramos de carbono. Anotar los resultados en la Columna F de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2.

## **4 Cálculo del Carbono Real Almacenado**

Multiplicar el Contenido de Carbono (Columna F) por la Fracción del Carbono Almacenado (Columna G) para obtener el Carbono Almacenado. Anotar el resultado en la Columna H de la HOJA DE TRABAJO AUXILIAR 1-2.

---

### **Una vez completada la Hoja de trabajo auxiliar 1-2**

---

- 5 No deberá llenarse la Columna G de la HOJA DE TRABAJO 1-2 principal. Anotar la cantidad de Carbono Almacenado correspondiente al combustible/producto pertinente en la Columna H de la HOJA DE TRABAJO 1-2 para la categoría de Industria en las casillas marcadas con (b). Llenar todas las demás casillas de la Columna H en el caso de los productos para los que se cuente con información sobre el almacenamiento del carbono.
- 6 Restar la cantidad de Carbono Almacenado (Columna H) del Contenido de Carbono (Columna F) para determinar las Emisiones Netas de Carbono. Anotar los resultados en la Columna I.

### **Lubricantes:**

Se ha estimado que durante el uso inicial, reciclado y desaparición final de los lubricantes, aproximadamente la mitad de la producción se oxida como  $\text{CO}_2$ .

- 1 Para cada sector en que se emplean lubricantes, anotar en la Columna G la Fracción del Carbono Almacenado que corresponde a los lubricantes. De no contarse con información más precisa, se empleará 0,5 como valor por defecto.
- 2 Multiplicar el Contenido de Carbono (Columna F) por la Fracción del Carbono Almacenado (Columna G) para obtener la Cantidad de Carbono Almacenado. Anotar el resultado en la Columna H.
- 3 Restar la cantidad de Carbono Almacenado (Columna H) del Contenido de Carbono (Columna F) para obtener las Emisiones Netas de Carbono. Anotar el resultado en la Columna I.





### Asfalto y alquitrán de hulla:

Por lo general, el asfalto y el alquitrán de hulla no sufren combustión y la manera en que se utilizan conduce al almacenamiento de la casi totalidad del carbono. Por lo tanto, a diferencia del Método de Referencia del IPCC, el asfalto y el alquitrán de hulla no figuran en la lista de combustibles que dan origen a emisiones de CO<sub>2</sub>. Las emisiones de COVDM procedentes del uso del asfalto en la pavimentación de carreteras se calculan en el capítulo correspondiente a los Procesos Industriales.

### Combustibles que no dan lugar a almacenamiento de carbono:

Saltar el Paso 4, anotar en la Columna I los valores que aparecen en la Columna F, y proseguir con el Paso 5.

## PASO 5 CORRECCIÓN PARA DAR CUENTA DEL CARBONO NO OXIDADO

- 1 Anotar los valores correspondientes a la Fracción del Carbono Oxidado en la Columna J de la HOJA DE TRABAJO I-2. En la Tabla I-4 del *Libro de Trabajo* se presenta información sobre los valores típicos medidos en instalaciones de carbón y se proponen valores generales por defecto para los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. De contarse con información más específica a nivel local, ésta deberá emplearse y documentarse.
- 2 Multiplicar las Emisiones Netas de Carbono (Columna I) por la Fracción del Carbono Oxidado (Columna J) y anotar el resultado en la Columna K, Emisiones Reales de Carbono.

## PASO 6 CONVERSIÓN A EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

- 1 Multiplicar las Emisiones Reales de Carbono (Columna K) por 44/12 para obtener las Emisiones Reales de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Anotar los resultados en la Columna L.

### Hoja de trabajo I-2: Aspectos Generales

- 1 Para cada uno de los combustibles para los que se han estimado las emisiones de CO<sub>2</sub> por sectores, copiar las cifras del Consumo de Combustible en terajulios (tomado de la Columna C de la HOJA DE TRABAJO I-2: CÁLCULOS PASO A PASO) y las Emisiones Reales de CO<sub>2</sub> (de la Columna L en la HOJA DE TRABAJO I-2: CÁLCULOS PASO A PASO) en las columnas y filas correspondientes de la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES.
- 2 Calcular el Consumo Total de Combustibles y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Combustibles Fósiles Líquidos sumando horizontalmente las cifras de la Columna A: Petróleo Crudo a las de la Columna O: Gas de Refinería en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES. Si se hubieren indicado Combustibles Fósiles Líquidos adicionales en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES en cualquiera de las columnas desde la AG hasta la AK, deberán también sumarse esas cifras. Anotar el resultado en la Columna AL.

3. Calcular el Consumo Total de Combustible y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Combustibles Fósiles Sólidos (o de combustibles derivados de combustibles sólidos) sumando horizontalmente las cifras de la Columna P: Antracita a las de la Columna AC: Gas de Alto Horno en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES. Si se hubieren indicado Combustibles Fósiles Sólidos adicionales en cualquiera de las columnas desde la AG hasta la AK, deberán sumarse también esas cifras. Anotar el resultado en la Columna AM.
4. Calcular el Consumo Total de Combustible y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Combustibles Fósiles Gaseosos copiando las cifras de la Columna AD: Gas Natural en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES. Indicar el resultado en la Columna AN.
5. Calcular el Consumo Total de Combustible y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Otros Combustibles sumando horizontalmente las cifras de la Columna AE: Residuos Sólidos Urbanos y de la Columna AF: Desechos Industriales en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES. Anotar el resultado en la Columna AO.
6. Calcular el Consumo Total de Combustible y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de otros combustibles sumando horizontalmente las cifras de la Columna AL: Total de Combustibles Fósiles Líquidos con las de la Columna AO: Total de Otros Combustibles en la HOJA DE TRABAJO I-2: ASPECTOS GENERALES. Anotar el resultado en la Columna AP.
7. Calcular el Consumo Total de Combustible y las Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de Biomasa sumando horizontalmente las cifras de la Columna AQ: Madera/Desperdicios de Madera a las de la Columna AU: Gas de Biomasa. Indicar el resultado en la Columna AV: Total de Biomasa.



### 1.3 Gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustible por categorías de fuente

#### Introducción

El objeto del método de Nivel I es ayudar a los países que no cuentan con datos pormenorizados sobre utilización de combustible y las tecnologías en la preparación de inventarios de emisiones. Por consiguiente, el método de Nivel I debería permitir hacer cálculos al menos aproximados de las emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM empleando las estadísticas energéticas, y de estimar las emisiones de SO<sub>2</sub> sobre la base de hipótesis adicionales sobre el contenido de azufre de los combustibles.

En la metodología de Nivel I para las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> las emisiones se calculan aplicando los factores de emisión a las estadísticas de los combustibles que están organizadas por sector. En realidad, las emisiones de esos gases dependen del tipo de combustible utilizado, la tecnología de combustión, las condiciones de funcionamiento, la tecnología de control y el mantenimiento y los años de servicio de los equipos. Sin embargo, como es probable que pocos países cuenten con información tan detallada, en la metodología de Nivel I se ignoran esos refinamientos.

Los países que deseen realizar estimaciones más detalladas de las emisiones pueden emplear el método del Nivel 2 descrito en la Sección 1.4.2 del *Manual de Referencia*. Una tercera opción que puede emplearse (Nivel 3) es la metodología de CORINAIR 94 que se describe en *TF Emission Inventory Guidebook*, la Guía del Organismo Europeo del Medio Ambiente, que está disponible en CD-ROM<sup>1</sup>.

#### Fuentes de los datos

En la medida de lo posible, deberán emplearse los datos disponibles localmente. La Agencia Internacional de la Energía y la División de Estadísticas de las Naciones Unidas publican estadísticas sobre el uso de la energía en gran número de países. Véase la Sección 1.2 del *Manual de Referencia*. Sin embargo, los usuarios de estadísticas internacionales deberán tener presente que, debido a los recientes cambios en las definiciones del sector manufacturero y del sector de transformación de la energía, las cifras incluidas en los compendios internacionales ya no corresponden a las actividades cubiertas en estos sectores atendiendo a las definiciones del IPCC y CORINAIR. Véase la Sección 1.1.1 del *Manual de Referencia*.

En la Sección 1.4.2 se presentan los factores de emisión correspondientes a los gases distintos del CO<sub>2</sub> para las categorías de fuente del IPCC así como información adicional sobre la gama de valores de esos factores y el empleo de los mismos. Los valores propuestos están basados en los Factores de

En el método de Nivel I para los gases distintos del CO<sub>2</sub>, los combustibles se agrupan en los siguientes grupos principales:

- **Carbón**
- **Gas natural**
- **Petróleo**
  - gasolina para el transporte
  - gasóleo para el transporte
  - otros productos del petróleo
- **Biomasa**
  - madera/desperdicios de madera
  - carbón vegetal
  - otra biomasa y residuos

*Nota: Remítase a la Sección 1.2 Marco Común del Informe en las Instrucciones para realizar el informe del inventario, donde se dan detalles acerca de qué productos se incluyen en cada uno de los grupos principales.*

*\* Incluye estiércol, residuos agrícolas, residuos sólidos urbanos y desechos industriales, bagazo y residuos agrícolas.*

<sup>1</sup> Los interesados en obtener el CD-ROM pueden dirigirse al Organismo Europeo del Medio Ambiente, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhague, Dinamarca.

Emisión incluidos en las publicaciones de la Radian Corporation (1990), US EPA (1995), la base de datos EDGAR<sup>2</sup>, la base de datos CORINAIR 1990 y los informes científicos de varios países. Los factores de emisión de SO<sub>2</sub> se calculan empleando una fórmula basada en el contenido de azufre del combustible. La compilación de los factores por defecto para los combustibles de biomasa que aparece en “Otros Sectores” está basada en datos de mediciones realizadas por Smith y Ramakrishna (1990), Berdowski et al. (1993), Delmas (1993), Smith et al. (1993), Delmas et al. (1995), Veldt y Berdowski (1995) y Brocard et al. (1996). Por lo que respecta a los aviones, los factores de emisión para el método del Nivel I están basados en los valores medios para la flota de NO<sub>x</sub>, CO y COVDM de los inventarios mundiales compilados por NASA, ECAC/ANCAT, WSL y NLR [Wuebbles et al. (1993); Olivier (1995); Brok (1995)].

Los factores de emisión por defecto presentan coherencia interna, la que deberá preservarse cuando se sustituyan los valores por defecto con valores locales para evitar que las emisiones totales de carbono (por ejemplo) no excedan el carbono disponible en el combustible.

Cuando se emplee información que difiera de los valores recomendados en el *Libro de Trabajo* o en el *Manual de Referencia*, ello deberá indicarse y deberá documentarse las fuentes de la información.

### **1.3.1 Metodología para CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM**

El cálculo para los gases de efecto invernadero distintos del CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM) está dividido en 3 pasos:

- Paso 1: Estimación del consumo anual de combustible por sector en unidades de energía
- Paso 2: Estimación de los factores de emisión para cada combustible por sector
- Paso 3: Estimación de las emisiones de cada tipo de gas

Repetir los Pasos 2 y 3 para cada gas (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM).

### **Cómo llenar la Hoja de trabajo**

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-3: GASES DISTINTOS DEL CO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I) para anotar los datos correspondientes a CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM.

---

<sup>2</sup> La base de datos EDGAR, Versión 2.0, creada por TNO y RIVM, es un conjunto de inventarios mundiales de emisiones de gases de efecto invernadero y de sustancias que agotan el ozono para todas las fuentes antropogénicas, y para la mayoría de las fuentes naturales, para cada país y en un cuadrículado de 1° x 1° (Olivier et al., 1995).



## PASO 1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLE POR SECTOR EN UNIDADES DE ENERGÍA

- 1 Anotar el consumo de combustible (en TJ) en las Columnas A<sub>1</sub> hasta la A<sub>6</sub>. Deberán incluirse en los cálculos todos los combustibles quemados en el país. En la medida de lo posible, los combustibles utilizados en los *bunkers* internacionales para el transporte aéreo y marítimo deberán indicarse por separado como partidas informativas.

En las estadísticas nacionales, el consumo anual de combustibles puede expresarse en unidades de energía o en unidades de masa. Los combustibles gaseosos pueden expresarse en unidades de volumen. El consumo de combustible deberá convertirse en unidades de energía empleando el valor calorífico neto (o el valor calorífico inferior). Esas conversiones se describen en la Sección 1.2.1 Método de Referencia del *Libro de Trabajo*.

Es muy recomendable que el consumo de combustibles se desglose atendiendo a las principales actividades (véase el recuadro) porque las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO<sub>2</sub> varían considerablemente dependiendo de la tecnología de combustión y de las condiciones de funcionamiento.

- 2 Calcular el consumo total de combustible sumando los sectores de la Columna A. Los *bunkers* internacionales no deben incluirse en los totales.

## PASO 2 ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA CADA COMBUSTIBLE POR SECTOR

Hacer cinco fotocopias de la hoja de trabajo correspondiente al Paso 2, que deberán llenarse para cada uno de los gases (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM).

- 1 Indicar los factores de emisión (en kg/TJ) para cada combustible y actividad en las Columnas B<sub>1</sub> hasta la B<sub>6</sub>. En la Sección 1.4.2 del *Manual de Referencia* aparecen los valores por defecto.

Los valores por defecto para los *bunkers* internacionales son los factores de emisión propuestos para el Transporte Aéreo y Marítimo. En cuanto a las actividades comprendidas en "Otros (no especificados en ninguna otra parte)", deberán emplearse los factores de emisión atendiendo al tipo de actividad.

## PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA TIPO DE GAS

Hacer cinco fotocopias de la hoja de trabajo correspondiente al Paso 3, que deberán llenarse para cada uno de los gases (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM).

- 1 Multiplicar el consumo de combustible (Columna A, Hoja 1) por los factores de emisión (Columna B, Hoja 2). Anotar los resultados en la Columna C, Hoja 3. Se emplea la fórmula  $C_i = A_i \times B_i$ .

### INDUSTRIAS DE LA ENERGÍA

#### Industrias Manufactureras y Construcción

- **Transporte**

Aviación nacional  
Por carretera  
Ferrocarriles  
Navegación nacional

- **Otros Sectores**

Comercial/Institucional  
Residencial  
Agricultura/Silvicultura/Pesca  
*Fuentes estacionarias*  
*Fuentes móviles*

- 2 Calcular el total de emisiones para cada combustible sumando los sectores en la Columna C. Las emisiones de los *bunkers* internacionales no deberán incluirse en los totales.
- 3 Calcular el total de las emisiones (Columna D), que corresponde a la suma de las Columnas desde la C<sub>1</sub> hasta la C<sub>6</sub>.

## 1.3.2 Metodología para el SO<sub>2</sub>

Las emisiones de SO<sub>2</sub> guardan relación con la composición de los combustibles, y no con las tecnologías de combustión. El Nivel I de la metodología del IPCC propone el desglose de los combustibles atendiendo a su contenido de azufre, estando dividido el cálculo en 3 Pasos:

Paso 1: Estimación del consumo anual de combustible en unidades de energía.

Paso 2: Estimación de los factores de emisión de SO<sub>2</sub>.

Paso 3: Estimación de las emisiones

Este método se puede aplicar una vez para el consumo total de combustible o puede repetirse para cada sector. Deberán hacerse tantas fotocopias de las hojas como sectores haya que calcular. Si los cálculos se hacen por sector, deberá asegurarse que se refleje todo el consumo nacional de combustible.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-4: EMISIONES DE SO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I) para anotar los datos correspondientes al SO<sub>2</sub>.

### PASO 1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLE EN UNIDADES DE ENERGÍA

- 1 Indicar en la Columna A el consumo de combustible por tipo de combustible (in TJ). Deberán incluirse en el cálculo todos los combustibles quemados en el país. Los combustibles utilizados en *bunkers* internacionales para el transporte aéreo y marítimo deberán informarse por separado como partidas informativas.
- 2 Calcular el consumo total de combustible sumando los tipos de combustible en la Columna A. Los *bunkers* internacionales no deberán incluirse en los totales.

### PASO 2 ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE SO<sub>2</sub>

En la Sección 1.4.2.6 del *Manual de Referencia* aparecen los valores por defecto para los siguientes cálculos:



- 1 Estimar el contenido de azufre de cada combustible (expresado como porcentaje de todos los combustibles excepto el gas natural) en la Columna B. El contenido de azufre del gas natural deberá expresarse en  $\text{g}/\text{m}^3$  y no como porcentaje.
- 2 Estimar la retención de azufre en la ceniza (en %) en la Columna C.
- 3 Estimar la eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (en %) en la Columna D.
- 4 Estimar el valor calorífico neto (expresado en  $\text{TJ}/\text{kt}$  para todos los combustibles excepto el gas natural) en la Columna E. El valor calorífico neto del gas natural debe expresarse en  $\text{kJ}/\text{m}^3$ .
- 5 Para todos los combustibles excepto el gas natural, calcular el factor de emisión de  $\text{SO}_2$  de la manera siguiente: 2 multiplicado por [% contenido de azufre (Columna B) / 100] multiplicado por [1 / valor calorífico neto (Columna E)] multiplicado por  $10^6$  multiplicado por [(100 - % retención de azufre en la ceniza (Columna C)) / 100] multiplicado por [(100 - % eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (Columna D)) / 100]. Indicar los resultados en la Columna F.

Como el contenido de azufre del gas natural se expresa en  $\text{g}/\text{m}^3$  y no como porcentaje, deberá calcularse el factor de emisión de  $\text{SO}_2$  como sigue: 2 multiplicado por el % del contenido de azufre (Columna B) multiplicado por [1 / valor calorífico neto (Columna E)] multiplicado por  $10^6$  multiplicado por [(100 - % retención de azufre en la ceniza (Columna C)) / 100] multiplicado por [(100 - % eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (Columna D)) / 100].

### PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES

- 1 Para cada combustible, multiplicar el consumo de combustible (Columna A) por el factor de emisión calculado para el  $\text{SO}_2$  (Columna F). Indicar los resultados en la Columna G.
- 2 Calcular el total de las emisiones sumando los tipos de combustibles en la Columna G. Las emisiones de los *bunkers* internacionales no deberán incluirse en los totales.

## QUEMA DE COMBUSTIBLES - NIVEL 2

### 1.4 Emisiones procedentes del transporte aéreo

#### Introducción

Las emisiones procedentes del transporte aéreo obedecen a la utilización de queroseno para aviones de reacción y de gasolina de aviación para otros tipos de aviones. Las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> varían considerablemente dependiendo del modo de operación y del diseño de los motores. Las estimaciones fiables de los gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes del transporte aéreo requieren un análisis detallado de las características de la flota, el tipo y cantidad de combustible consumido y el Tiempo en el modo (TIM) de las flotas de aviones que utilicen los aeropuertos nacionales.

Esta metodología de Nivel 2 se aplica sólo al combustible para reactores consumido por los motores a reacción. La gasolina de aviación se utiliza solamente por los aviones muy pequeños y por lo general representa menos del 1% del consumo de combustible de la aviación.

Para los fines del inventario de emisiones, se establece una distinción entre los vuelos nacionales y los internacionales.

- La *Aviación nacional* (I A 3 a ii) incluye todo el tráfico nacional civil de pasajeros y carga en un país. Todas las etapas de vuelo entre dos aeropuertos dentro de un país se consideran interiores, independientemente de la nacionalidad del transportista o el destino posterior del avión.<sup>3</sup>
- *Aviación internacional* (I A 3 a i) incluye todo el tráfico aéreo que entra o sale de un país. Se da por supuesto que el número de salidas es idéntico al de llegadas.
- Los *ciclos de aterrizaje y despegue (LTO)* se clasifican (interior o internacional) atendiendo a la etapa de vuelo a la que pertenecen. Como la mayoría de los vuelos se consideran vuelos de ida y vuelta, el

---

<sup>3</sup> Si un avión viaja de un aeropuerto de un país a otro en el mismo país y más tarde despegue con rumbo a un tercer aeropuerto en otro país, la primera etapa de vuelo se considera un viaje nacional, y la segunda, un vuelo internacional. Por otra parte, el tipo de actividad (LTO, crucero, nacional, internacional) es independiente de la nacionalidad del transportista. Ese tratamiento de los vuelos nacionales e internacionales difiere del recomendado a los Estados por la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI, 1994). La OACI define como interiores todas las etapas del vuelo entre puntos nacionales por una aerolínea registrada en ese Estado y, por lo tanto, excluye los vuelos entre puntos nacionales realizados por aerolíneas extranjeras.





combustible utilizado durante el aterrizaje y el despegue se considerará equivalente a un despegue y un aterrizaje.

Las operaciones de las aeronaves se dividen en dos partes:

- *Ciclo de aterrizaje/despegue (LTO)*<sup>4</sup> que incluye todas las actividades en las proximidades del aeropuerto que ocurren a una altitud inferior a 914 metros (3000 pies). Éstas incluyen el rodaje, ascenso y descenso.
- *Crucero*, que incluye todas las actividades que tienen lugar a altitudes superiores a los 914 metros (3000 pies). No se fija un límite superior.

## Fuentes de los datos

Siempre que sea posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local. El consumo de combustible y la información sobre los LTO pueden obtenerse de los aeropuertos nacionales. Las aerolíneas pueden suministrar información sobre el número total de aeronaves por tipo y clase de motores. En las Tablas del *Manual de Referencia* se indican algunos factores de emisión. En la metodología de Nivel 2, los factores de emisión están basados en la flota aérea nacional específica y en el TIM del aeropuerto típico (ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, Organización de la Aviación Civil Internacional). Pueden consultarse también otras fuentes como: US EPA (1985): *Compilation of air pollutant emission factors*, Vol. II: Mobile sources, 4a. edición, y US Office of Environment and Energy 1991) *FAA Aircraft Emission Database User's Manual*.

## Metodología

Para emplear el método del Nivel 2, es necesario conocer los tipos de aviones utilizados en los vuelos nacionales e internacionales, así como el número de ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de aeronave. Si no estuviere disponible esa información para cada tipo de avión, se recomienda utilizar el método del Nivel 1.

En el Método del Nivel 2 el cálculo de las emisiones procedentes del transporte aéreo se divide en 4 Pasos:

- Paso 1: Estimación del consumo total de combustible por la aviación nacional e internacional.
- Paso 2: Estimación del consumo de combustible para los ciclos LTO para cada tipo de avión.
- Paso 3: Estimación del consumo de combustible para las actividades de crucero para cada tipo de avión.
- Paso 4: Estimación de las emisiones para cada gas.

---

<sup>4</sup> Algunas estadísticas contabilizan el aterrizaje o el despegue como una operación. **Sin embargo, la definición de la operación de LTO incluye tanto el despegue como el aterrizaje tomados en su conjunto.**

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-5: EMISIONES PROCEDENTES DEL TRANSPORTE AÉREO (NIVEL 2) para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

### PASO 1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VUELOS NACIONALES E INTERNACIONALES

- 1 Anotar en la columna A la Cantidad Total de Combustible Vendido para todos los vuelos (en kt).
- 2 Indicar en la columna B la Cantidad Total de Combustible Vendido para los vuelos nacionales (en kt).
- 3 Calcular la Cantidad Total de Combustible vendido para los vuelos internacionales restando el total del combustible vendido para los vuelos nacionales (Columna B) del total del combustible vendido (Columna A); anotar el resultado en la Columna C.

### PASO 2 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LOS CICLOS DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE PARA CADA TIPO DE AVIÓN

Los siguientes cálculos para la aviación nacional y la internacional deberán realizarse por separado.

- 1 Anotar en la Columna D el total de LTO para cada tipo de avión ( $a_1..a_n$ ) y ( $b_1..b_n$ ).
- 2 Indicar en la Columna E el consumo de combustible por LTO (en t/LTO) (los valores por defecto se indican en el *Manual de Referencia*, Sección I.5.3.5).
- 3 Calcular el consumo de combustible en actividades de LTO para cada tipo de avión ( $a_1..a_n$ ) y ( $b_1..b_n$ ) en toneladas multiplicando el combustible utilizado en cada ciclo de aterrizaje y despegue (Columna E) por el número de LTO para ese tipo específico de avión (Columna D); indicar los resultados en la Columna F.
- 4 Calcular el total del combustible utilizado en actividades de aterrizaje y despegue sumando los resultados correspondientes a cada tipo de avión en la Columna F; anotar los resultados en las casillas correspondientes a  $Total_a$  y  $Total_b$  de la Columna F.



### PASO 3 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN ACTIVIDADES DE CRUCERO PARA CADA TIPO DE AERONAVE

Deberán realizarse los siguientes cálculos por separado para la aviación nacional y la internacional.<sup>5</sup>

- 1 Anotar en la Columna G la cantidad total en toneladas del combustible vendido para vuelos nacionales (Columna B multiplicada por 1000) y la cantidad total en toneladas del combustible vendido para la aviación internacional (Columna C multiplicada por 1000).
- 2 Calcular el consumo total de combustible para las actividades de *crucero* restando del total de combustible vendido (Columna G) la cantidad total de combustible utilizado en actividades de aterrizaje y despegue (total de la Columna F); indicar los resultados en la Columna H.
- 3 Calcular el consumo de combustible correspondiente a las *actividades de crucero* para cada tipo de avión como sigue: total del combustible utilizado en actividades de crucero (total de la Columna H) x (número de ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (Columna D) / número total de ciclos de aterrizaje y despegue (total en la Columna D)); indicar el resultado en la Columna I.

### PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA TIPO DE GAS

Sacar siete fotocopias de la Hoja 3 y realizar los siguientes cálculos para cada tipo de gas (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, COVDM y SO<sub>2</sub>). Los cálculos correspondientes a la aviación nacional e internacional deberán hacerse por separado.

- 1 Indicar en la Columna J los factores de emisión por ciclo de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (en kg/LTO). En la Sección 1.5.3.5 del *Manual de Referencia* se presentan los factores de emisión por defecto.
- 2 Calcular las emisiones procedentes de los ciclos de aterrizaje y despegue para cada tipo de avión (en toneladas) multiplicando el número total de ciclos LTO por tipo de avión (Columna D) por el factor de emisión por LTO (Columna J) y dividiendo seguidamente por 1000. Anotar los resultados en la Columna K.
- 3 Indicar en la Columna L los factores de emisión por combustible consumido en las actividades de crucero para los diferentes tipos de

<sup>5</sup> Este método parte del supuesto de que la proporción del combustible consumido en modo crucero por un tipo de avión será en gran medida proporcional al número de ciclos LTO de ese tipo de avión. Se reconoce que el empleo de este método podría no dar cuenta cabalmente de la contribución de los aviones de mayor tamaño. Sin embargo, se ha adoptado este supuesto simplificado para reducir al mínimo la cantidad de datos específicos sobre los aviones necesarios para los cálculos del método del Nivel 2.

aviones (en kg/t). En la Sección 1.5.3.5 del *Manual de Referencia* aparecen los factores de emisión por defecto.

- 4 Calcular las emisiones procedentes de las actividades de crucero para cada tipo de avión (en toneladas) multiplicando el combustible utilizado en las actividades de crucero (Columna I) por el factor de emisión por combustible consumido en actividades de crucero (Columna L) y dividiendo a continuación por 1000. Anotar los resultados en la Columna M.
- 5 Calcular el total de las emisiones para cada tipo de avión (en Gigagramos) sumando las emisiones de las actividades de aterrizaje y despegue (Columna K) y las emisiones de las actividades de crucero (Columna M) y dividiendo por 1000. Indicar los resultados en la Columna N.
- 6 Calcular el total de las emisiones procedentes del transporte aéreo sumando los resultados para cada tipo de avión en la Columna N; indicar los resultados en las filas correspondientes a Total<sub>a</sub> y Total<sub>b</sub> de la Columna N.

## FUENTES FUGITIVAS

### 1.5 Emisiones de metano procedentes de las actividades de extracción y manipulación del carbón

#### Introducción

El proceso de la formación del carbón, conocido normalmente como carbonificación, genera de forma inherente metano y otros productos. El grado de carbonificación (definido por el grado de hullificación) determina la cantidad de metano que se produce; una vez generado, la cantidad de metano almacenado en el carbón depende de la presión y la temperatura de la veta carbonífera y de otras características menos conocidas del carbón. El metano permanece almacenado en el carbón hasta que se reduce la presión a que está sometido el carbón, lo que puede obedecer a la erosión de los estratos superiores o al trabajo de extracción del carbón. Una vez liberado, el metano fluye a través del carbón hacia una región de menor presión (por ejemplo, una mina de carbón) y escapa a la atmósfera.

La cantidad de CH<sub>4</sub> generado durante el trabajo de extracción depende principalmente del grado de hullificación del carbón y de la profundidad a que se encuentre, así como de otros factores como la humedad. Si dos vetas de carbón tienen el mismo grado de hullificación, la más profunda contendrá más CH<sub>4</sub> porque, en igualdad de condiciones, la presión es superior a mayor profundidad. Por consiguiente, la mayor parte del metano que escapa a la atmósfera proviene de las minas subterráneas y no de las minas a cielo abierto. Debido a esto, se da por supuesto que los factores de emisión de metano para el carbón extraído a cielo abierto son inferiores a los de las minas subterráneas.



Las emisiones de metano pueden obedecer también a actividades posteriores a la extracción del mineral como son el procesamiento, el transporte y la utilización del carbón. La liberación del metano obedece principalmente al aumento de la superficie de contacto, lo que permite una mayor liberación de  $\text{CH}_4$  del carbón. El transporte del carbón contribuye a las emisiones de  $\text{CH}_4$ , porque éste se libera del carbón y se escapa directamente a la atmósfera durante su transporte (por ejemplo, en vagones de ferrocarril). El carbón puede liberar también metano durante la preparación para su uso final. Por ejemplo, en la producción de acero, el carbón se tritura hasta que las partículas se reducen a un tamaño inferior a 5 mm, lo que aumenta considerablemente la superficie de contacto del carbón, permitiendo una mayor desabsorción de  $\text{CH}_4$ .

### **Fuentes de los datos**

Los datos básicos necesarios para llevar a cabo estos cálculos son, como mínimo, la cantidad de carbón extraído por tipo de mina (subterránea o a cielo abierto). Se deberán emplear los datos locales si están disponibles y son fiables.

Las cifras de la producción de carbón en minas subterráneas y a cielo abierto se pueden obtener de la OCDE/AIE (para algunos países miembros de la OCDE). También están disponibles las cifras de la producción de carbón por tipos (carbón de llama corta y lignito) para la mayoría de los países.

## NIVELES ALTERNATIVOS DE DETALLE

La información presentada en este *Libro de Trabajo*, incluidos los factores de emisión globales por defecto, permiten realizar el cálculo correspondiente al nivel del *Nivel 1*. Los cálculos de *Nivel 2* tienen la misma estructura, pero habría que usar factores de emisión específicos del país o de las cuencas si están disponibles localmente. Si un país es capaz de realizar estimaciones al nivel del *Nivel 3*, esto indica que ya están disponibles las estimaciones de las emisiones (procedentes de mediciones directas) y que no se necesita la metodología del *Libro de Trabajo* para calcular las emisiones. Los países que cuenten con estimaciones del *Nivel 3* pueden pasar directamente al volumen *Instrucciones para realizar el Informe de estas Directrices* en que se aborda el tema de la generación del informe y la documentación de las estimaciones de las emisiones.

Para cada componente de la actividad minera se debe utilizar el nivel más elevado posible de la metodología de estimación. Se acepta la presentación de estimaciones utilizando distintas gradas para diferentes componentes, siempre y cuando el nivel de cálculo esté claramente identificado para cada componente. Por ejemplo, incluso si se utiliza el *Nivel 3* para estimar las emisiones subterráneas, pueden emplearse los métodos de *Nivel 1* ó *2* para estimar las emisiones de otros componentes de la actividad minera.

## USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Hacer una copia de la hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

## Metodología

Por recomendación de un grupo de expertos (véase la Sección 1.7 del *Manual de Referencia*), los cálculos se han organizado alrededor de una fórmula sencilla que relaciona las toneladas de la producción de carbón con las emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las actividades de *extracción y posteriores a la extracción*.

El *Libro de Trabajo* permite al usuario trabajar a diferentes niveles de detalle (tema que se aborda en más detalle en el *Manual de Referencia*).

El Nivel 1 es el menos preciso y se basa en los factores mundiales medios de emisión.

El método del Nivel 2 se puede emplear si el país posee suficiente información para calcular factores medios de emisión propios. Se pueden llevar a cabo cálculos más detallados preparando ejemplares adicionales de la hoja de trabajo y dividiendo los cálculos en componentes subnacionales para los cuales existan factores de emisión más específicos.

El método del Nivel 3 se basa en mediciones de las emisiones de ventilación y desgasificación en minas específicas. Se recomienda utilizar ese método si se cuenta con los datos pertinentes, ya que permite lograr estimaciones mucho más precisas para cada país.

La ecuación para calcular las emisiones de CH<sub>4</sub> en las actividades mineras es:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Emisiones de} & = & \text{Producción} & \times & \text{Factor de} & \times & \text{Factor de} \\ \text{CH}_4 & & \text{de carbón} & & \text{emisión} & & \text{conversión} \\ \text{(Gg)} & & \text{(10}^6 \text{ t)} & & \text{(m}^3 \text{ CH}_4 \text{ /} & & \text{(Gg CH}_4 \text{ /} \\ & & & & \text{tonelada de} & & \text{10}^6 \text{ m}^3 \text{ CH}_4\text{)} \\ & & & & \text{carbón)} & & \end{array}$$

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-6: EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL CARBÓN para anotar las cifras de este submódulo.

## PASO I ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL CARBÓN

- 1 Anotar en la columna A la cantidad de carbón producido para cada tipo de actividad minera, en millones de toneladas.

La cantidad total de carbón deberá concordar con la que aparece en el submódulo correspondiente al *CO<sub>2</sub> procedente de la Energía* (HOJA DE TRABAJO I-1, Hoja 1, Columna A).

- 2 Seleccionar un Factor de Emisión de la Tabla I-5 que aparece más abajo. Repetir el cálculo para cada tipo de actividad minera incluida en el inventario. Seleccionar una cifra dentro de la gama de posibles valores que sea apropiada para el país objeto de estudio. Si no se dispone de información para seleccionar una cifra, deberá emplearse un valor medio. Indicar el valor en la Columna B.



Factor de emisión	Tipo de mina/actividad	
	Subterránea	Cielo abierto
Minería	10 - 25	0,3 - 2,0
Post-minería	0,9 - 4,0	0 - 0,2

Fuente: Compilada a partir de varios estudios de países que se resumen en el Manual de Referencia.

- 3 Multiplicar la Cantidad de Carbón Producida (Columna A) por el Factor de Emisión (Columna B) para obtener las Emisiones de Metano (en millones de metros cúbicos) para cada tipo de actividad minera. Anotar el resultado en la Columna C.

## **PASO 2 CONVERSIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO EN M<sup>3</sup> A EMISIONES DE METANO EN GIGAGRAMOS**

- 1 Indicar un Factor de Conversión en la Columna D.

El factor de conversión permite convertir los volúmenes de CH<sub>4</sub> a una medida por peso (gigagramos) atendiendo a la densidad del metano a 20°C y a la presión de 1 atmósfera. Ese factor de conversión, expresado en una forma más adecuada para este *Libro de Trabajo*, es 0,67 Gg/10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

- 2 Multiplicar las Emisiones de Metano en millones de m<sup>3</sup> por el Factor de Conversión para obtener las Emisiones de Metano en gigagramos. Anotar el resultado en la Columna E. Sumar las cifras e indicar el total en la casilla correspondiente en la parte inferior de la columna.

## **1.6 Emisiones de metano de las actividades de petróleo y gas natural**

### **Introducción**

Las emisiones fugitivas de metano procedentes de las actividades de petróleo y gas representan aproximadamente entre 30 y 70 teragramos de las emisiones anuales de metano en todo el mundo. Esta categoría incluye todas las emisiones procedentes de la producción, procesamiento, transporte y uso de petróleo y gas natural, y de la combustión no productiva. Excluye el uso del petróleo y el gas o de los productos derivados de los combustibles para proporcionar energía para uso interno, en el procesamiento y transporte de la producción de energía. Estas últimas se consideran quema de combustibles y se abordan en una sección anterior de este capítulo. Sin embargo, las emisiones fugitivas incluyen las emisiones resultantes de la combustión del gas natural durante las operaciones de quema en mechurrios. Las fuentes de emisiones en los sistemas de petróleo y gas incluyen:

- las emisiones durante el funcionamiento normal, como son las emisiones relacionadas con la ventilación y quema en mechurrios durante la

producción de petróleo y gas, las fugas crónicas o las descargas de las chimeneas de proceso;

- las emisiones durante las reparaciones y el mantenimiento; y
- las emisiones debidas a problemas y accidentes en los sistemas.

Para calcular las emisiones de metano procedentes de las actividades de petróleo y gas en el país para el que se prepara el inventario, serán necesarios los siguientes datos energéticos:

<b>Petróleo</b>	<b>Gas</b>
Número de pozos perforados	Cantidad de gas producido
Cantidad de petróleo producido	Cantidad de gas consumido
Cantidad de petróleo refinado	

Serán necesarios además factores de emisión como se examina a continuación.

## Fuentes de los datos

Siempre que sea posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local. La Agencia Internacional de la Energía y la División de Estadísticas de las Naciones Unidas publican también datos energéticos para un gran número de países. Véase el *Manual de Referencia*, Secciones 1.8.2 y 1.8.3.

Además de los datos energéticos, en la metodología del *Libro de Trabajo* se presentan (cuando están disponibles) los factores de emisión por defecto y otros supuestos de partida. Para realizar el cálculo de las emisiones nacionales, los usuarios de este método tienen la libertad de sustituir cualquiera de esos supuestos o recomendaciones si disponen de otra información más precisa. Siempre que se utilice otra información distinta de los valores recomendados en el *Libro de Trabajo*, deberá incluirse una nota y adjuntarse documentación sobre las fuentes de la información.

Los usuarios deben verificar que los datos utilizados en esta sección concuerdan con los anotados en los cálculos correspondientes a la producción de  $CO_2$  procedente de la energía. Los países en que ocurren emisiones significativas procedentes del petróleo y el gas natural deben consultar el *Manual de Referencia* donde se aborda en detalle este tema y buscar los datos disponibles localmente que permiten elaborar factores más adecuados para el país.

## Metodología

En el *Manual de Referencia* se presentan tres diferentes niveles de detalle para el cálculo de estas emisiones

- Nivel 1 Método de los Factores Medios de Emisión basados en la Producción
- Nivel 2 Método del Balance de Masas.
- Nivel 3 Método de Evaluaciones Rigurosas de Fuentes Específicas.

En este *Libro de Trabajo* sólo se presenta el método del Nivel 1.

Para ello es necesario reunir los datos de la actividad (producción, etc.) para el país, seleccionando los factores de emisión a partir de la información de las tablas de valores regionales típicos (o de datos disponibles localmente), y multiplicando ambos para obtener estimaciones de las emisiones de las principales subcategorías. A continuación se describen las regiones utilizadas.





### Definiciones regionales

Se han definido las regiones reconociendo las limitaciones de los datos sobre los factores de emisión y los niveles de actividad, así como las diferencias en las actividades de petróleo y gas en todo el mundo. Se recomiendan las siguientes cinco regiones:

- **EE.UU. y Canadá:**
- **Antigua URSS y Europa Oriental:** Esta región incluye los países que integraban la antigua URSS (que es sin lugar a dudas el mayor productor de petróleo y gas de la región) Albania, Bulgaria, Repúblicas Checa y Eslovaca, Hungría, Polonia, Rumania y las repúblicas de la antigua Yugoslavia.
- **Europa Occidental:** Esta región incluye: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gibraltar, Grecia, Holanda, Irlanda, Islandia, Islas Faroe, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.
- **Otros países exportadores de petróleo:** Esta región incluye los principales países productores de petróleo: los 11 miembros de la OPEP (Arabia Saudita, Argelia, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia, Irán, Iraq, Kuwait, Libia, Nigeria, Qatar y Venezuela) y Ecuador, Gabón y México.
- **Resto del Mundo:** Esta región incluye los restantes países de Asia, África, Oriente Medio, Oceanía y Latinoamérica.

### Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-7: EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS (NIVEL I) para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

#### ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE METANO EMITIDA POR LAS ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS

- 1 Anotar en la Columna A las cifras para cada tipo de actividad de producción de petróleo y gas.  
  
Las fuentes de los datos se han tratado más arriba. Verificar que los datos que se van a usar concuerdan con los datos de la actividad utilizados para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de fuentes energéticas en el primer submódulo de este módulo.
- 2 Para cada tipo de actividad, indicar el factor de emisión en la Columna B.  
  
Utilizar los datos locales disponibles o los de la Tabla I-6 que aparece a continuación. Se debe señalar que en esas tablas se presenta una gama de valores para dar cuenta de la incertidumbre implícita en ese método. Deberá utilizar su juicio para seleccionar un único valor de la gama que se presenta. También se recomienda presentar, junto con las cifras, una estimación de la incertidumbre (véanse las *Instrucciones para realizar el informe del Inventario de los gases de efecto invernadero*).

#### EXPLORACIÓN Y PERFORACIÓN

En la hoja de trabajo se incluye una categoría para la exploración y la perforación. Sin embargo, no se proporcionan datos de la actividad ni emisiones por defecto. Si dispone de datos locales para esos valores, deberán indicarse. Si se trabaja con las fuentes por defecto, esta categoría deberá ignorarse, ya que se da por supuesto que el componente de emisiones es bajo.

- 3 Multiplicar las cantidades de petróleo y gas correspondientes a cada actividad (Columna A) por el Factor de Emisión (Columna B) para obtener las Emisiones de CH<sub>4</sub> en kg de CH<sub>4</sub>. Anotar los resultados, en kilogramos, en la Columna C.
- 4 Dividir las emisiones de CH<sub>4</sub> en kilogramos (Columna C) por 10<sup>6</sup> para realizar la conversión a gigagramos. Anotar los resultados en la columna D, en gigagramos de CH<sub>4</sub> y llenar las casillas correspondientes a los “totales”.



TABLA I-6 FACTORES REGIONALES REVISADOS DE EMISIÓN DE METANO PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS CON ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS (kg/PJ)						
Tipo de fuente	Base	Europa Occidental	EE.UU. y Canadá	Antigua URSS, Europa Central y Oriental	Otros países exportadores de petróleo	Resto del Mundo
<b>PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS</b>						
Emisiones fugitivas y otras emisiones durante el mantenimiento de la producción de petróleo	Petróleo producido	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000	300 - 5 000
Emisiones fugitivas y otras emisiones durante el mantenimiento de la producción de gas	Gas producido	15 000 - 27 000	46 000 - 84 000	140 000 - 314 000	46 000 - 96 000	46 000 - 96 000
Venteo y quema en mecurrios de la producción de petróleo y gas	Petróleo y gas producido <sup>(a)</sup>	-	3 000 - 14 000	-	-	-
	Petróleo producido	1 000 - 3 000	-	-	-	-
	Gas producido	-	-	6 000 - 30 000	758 000 - 1 046 000	175 000 - 209 000
<b>TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y REFINACIÓN DEL PETRÓLEO CRUDO</b>						
Transporte	Petróleo transp. en buques tanque	745	745	745	745	745
Refinación	Petróleo refinado	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400	90 - 1 400
Tanques de almacenamiento	Petróleo refinado	20 - 250	20 - 250	20 - 250	20 - 250	20 - 250
<b>PROCESO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL</b>						
Emisiones procedentes del proceso, transporte y distribución	Gas producido	-	-	288 000 - 628 000	288 000 (elevado) <sup>(b)</sup>	288 000 (elevado) <sup>(b)</sup>
	Gas Consumido	72 000 - 133 000	57 000 - 118 000	-	118 000 (bajo) <sup>(c)</sup>	118 000 (bajo) <sup>(c)</sup>
Fugas en plantas industriales y centrales eléctricas	Gas no residencial consumido <sup>(d)</sup>	-	-	175 000 - 384 000	0 - 175 000	0 - 175 000
Fugas en los sectores residenciales y comerciales	Gas residencial consumido <sup>(e)</sup>	-	-	87 000 - 192 000	0 - 87 000	0 - 87 000
<p>(a) En los Estados Unidos y Canadá, las emisiones están basadas en la producción total de petróleo y gas.</p> <p>(b) El Factor de emisión de 288 000 kg/PJ de gas <u>producido</u> se emplea solamente para la estimación de las emisiones elevadas.</p> <p>(c) El Factor de emisión de 118 000 kg/PJ de gas <u>consumido</u> se emplea solamente para la estimación de las emisiones bajas.</p> <p>(d) Consumo de gas por las empresas de servicios públicos y las industrias.</p> <p>(e) Consumo de gas por los sectores residencial y comercial.</p> <p>Fuente: Preparado en base a la literatura técnica que se resume en el <i>Manual de Referencia</i></p>						

## 1.7 Emisiones de precursores del ozono y de SO<sub>2</sub> procedentes de la refinación del petróleo

### Introducción

En una refinería básica el petróleo crudo se convierte en gran número de subproductos. Los productos principales de una refinería pueden incluir combustibles líquidos, coque, materias primas y productos petroquímicos primarios (como el etileno). En esta sección se contemplan las refinerías básicas, no la síntesis de productos petroquímicos. La fabricación de productos químicos forma parte del Capítulo 2, Procesos Industriales, tanto si la producción real ocurre en la refinería o en una instalación separada.

### Fuentes de los datos

Los datos sobre el volumen de petróleo crudo, necesarios para emplear el método simplificado del Nivel 1, por lo general pueden obtenerse de fuentes nacionales o consultando compendios internacionales de estadísticas de energía. Los métodos del Nivel 2 requieren datos sobre las operaciones internas de las refinerías que pueden ser obtenidos solamente a nivel local por conducto de una asociación nacional de la industria que incluya a las refinerías, o dirigiéndose directamente a las refinerías. Esos contactos proporcionan también la oportunidad de obtener los factores de emisión locales que deberán emplearse en lugar de los factores por defecto que se presentan a continuación.

### Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO I-8 EMISIONES DE PRECURSORES DEL OZONO Y DE SO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO para anotar los datos de este submódulo.

### ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO, NO<sub>x</sub>, COVDM Y SO<sub>2</sub>

#### Nivel 1 - Método basado en el volumen de petróleo crudo

Un sencillo método de cálculo emplea los factores de emisión por defecto para estas cuatro categorías de emisiones atendiendo al volumen de petróleo crudo elaborado por las refinerías. Deberán emplearse los factores de emisión locales siempre que sea posible, ya que los valores, sobre todo los de los COVDM pueden oscilar considerablemente.

*Uso de la HOJA DE TRABAJO I-8, Hoja 1*

- 1 Anotar en la Columna A el volumen de petróleo crudo elaborado por las refinerías, expresado en miles de toneladas.
- 2 En la Columna C, sustituir los factores de emisión por defecto empleando los valores locales, si estuvieren disponibles.



- 3 Multiplicar cada una de las cifras de la Columna A por los factores de emisión indicados en la Columna C y anotar los resultados en las filas correspondientes de la Columna D.
- 4 Dividir las cifras de la Columna D por 1000 para realizar la conversión en gigagramos e indicar los resultados en la Columna E.

### Métodos de Nivel 2

A continuación se presentan métodos diferentes para la estimación de las emisiones de los cuatro gases procedentes de la desintegración catalítica, el SO<sub>2</sub> procedente de la desulfurización y los COVDM procedentes del almacenamiento del petróleo.

En el análisis presentado en la Sección 1.8.9 del *Manual de Referencia* queda claro que los valores por defecto de los factores de emisión correspondientes a SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> pueden variar considerablemente. Deberá tratarse de emplearse valores locales para esas emisiones y para los COVDM.

### ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DEL OZONO Y DE SO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA

*Uso de la HOJA DE TRABAJO 1-8, Hoja 2*

- 1 Indicar en la columna A el volumen de petróleo procesado en las unidades de desintegración catalítica expresado en miles de toneladas.
- 2 En la Columna C, reemplazar los factores de emisión por defecto por los valores locales, si estuvieran disponibles.
- 3 Multiplicar cada una de las cifras de la Columna A por los factores de emisión indicados en la Columna C; anotar los resultados en las filas correspondientes de la Columna D.
- 4 Dividir las cifras de la Columna D por 1000 para realizar la conversión a gigagramos e indicar los resultados en la Columna E.

### ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE SO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA RECUPERACIÓN DE AZUFRE

*Uso de la HOJA DE TRABAJO 1-8, Hoja 3*

- 1 Anotar en la Columna A la cantidad de azufre recuperado en toneladas.
- 2 Multiplicar esa cifra por 139 (el factor de emisión por defecto en kg/t); indicar el resultado en la Columna C.
- 3 Dividir la cifra en kg que aparece en la Columna C por 10<sup>6</sup> para realizar la conversión a gigagramos; indicar el resultado en la Columna D.

### **ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DEL ALMACENAMIENTO DEL PETRÓLEO**

*Uso de la HOJA DE TRABAJO I-8, Hoja 4*

- 1 Para cada refinería del país, identificar el principal tipo de almacenamiento. Sumar el volumen de petróleo crudo para cada tipo de almacenamiento e indicar el resultado en la Columna A expresado en miles de toneladas.
- 2 Multiplicar el factor de emisión por el volumen de petróleo crudo en la Columna A e indicar el resultado en la fila correspondiente de la Columna D.
- 3 Dividir la cifra de la Columna D por 1000 e indicar el resultado en gigagramos en la Columna E.



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		I DE 5					
		PASO I					
		A	B	C	D	E	F
		Producción	Importaciones	Exportaciones	<i>Bunkers</i> internacionales	Cambios en las existencias	Consumo aparente
TIPOS DE COMBUSTIBLES							F=(A+B-C-D-E)
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo					
		Orimulsión					
		Líquidos de gas natural					
	Combustibles secundarios	Gasolina					
		Queroseno para aviones de reacción					
		Otros tipos de queroseno					
		Petróleo de esquisto bituminoso					
		Gasóleo / fuelóleo					
		Fuelóleo residual					
		GPL					
		Etano					
		Nafta					
		Asfalto					
		Lubricantes					
		Coque de petróleo					
		Materias primas de refinería					
Otros pr.del petróleo							
Totales de fósiles líquidos							
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita <sup>(a)</sup>					
		Carbón de coque					
		Otro carbón bituminoso					
		Carbón sub bituminoso					
		Lignito					
		Esquisto bituminoso					
	Combustibles secundarios	Turba					
		Briquetas de lignito y prensadas					
		Gas de homo de coque					
Totales de fósiles sólidos							
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)						
Total							
Total de Biomasa							
		Biomasa sólida					
		Biomasa líquida					
		Gas de biomasa					

(a) Si la antracita no está disponible por separado, deberá incluirse con Otro carbón bituminoso.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		2 DE 5					
		PASO 2		PASO 3			
		G <sup>(a)</sup> Factor de conversión (TJ/Unidad)	H Consumo aparente (TJ)	I Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	J Contenido de carbono (t C)	K Contenido de carbono (Gg C)	
TIPOS DE COMBUSTIBLES			H=(FxG)		J=(HxI)	K=(Jx10 <sup>-3</sup> )	
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo					
		Orimulsión					
		Líquidos de gas natural					
	Combustibles secundarios	Gasolina					
		Queroseno para aviones de reacción					
		Otros tipos de queroseno					
		Petróleo de esquisto bituminoso					
		Gasóleo / fuelóleo					
		Fuelóleo residual					
		GPL					
		Etano					
		Nafta					
		Asfalto					
		Lubricantes					
		Coque de petróleo					
		Materias primas de refinería					
Otros productos del petróleo							
Totales de fósiles líquidos							
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita					
		Carbón de coque					
		Otro carbón bituminoso (b)					
		Carbón sub bituminoso					
		Lignito					
		Esquisto bituminoso					
	Turba						
	Combustibles secundarios	Briquetas de lignito y prensadas					
		Gas de homo de coque					
Totales de Fósiles sólidos							
Fósiles gaseosos		Gas natural (seco)					
Total							
Total de biomasa							
		Biomasa sólida					
		Biomasa líquida					
		Gas de biomasa					

(a) Especificar unidades.

(b) Si la antracita no está disponible por separado, deberá incluirse con los Otros carbones bituminosos..





MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		3 DE 5					
		PASO 4		PASO 5		PASO 6	
		L	M	N	O	P	
		Carbono almacenado (Gg C)	Emisiones netas de carbono (Gg C)	Fracción del carbono oxidado	Emisiones reales de carbono (Gg C)	Emisiones reales de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	
TIPOS DE COMBUSTIBLES			M=(K-L)		O=(MxN)	P=(Ox[44/12])	
Fósiles líquidos	Combustibles primarios	Petróleo crudo					
		Orimulsión					
		Líquidos de gas natural					
	Combustibles secundarios	Gasolina					
		Queroseno para aviones de reacción					
		Otros tipos de queroseno					
		Petróleo de esquisto bituminoso					
		Gasóleo / fuelóleo					
		Fuelóleo residual					
		GPL					
		Etano					
		Nafta					
		Asfalto					
		Lubricantes					
		Coque de petróleo					
		Materias primas de refinería					
		Otros productos del petróleo					
Total de fósiles Líquidos							
Fósiles sólidos	Combustibles primarios	Antracita					
		Carbón de coque					
		Otro carbón bituminoso <sup>(a)</sup>					
		Carbón sub bituminoso					
		Lignito					
		Esquisto bituminoso					
	Turba						
	Combustibles secundarios	Briquetas de lignito y prensadas					
		Gas de horno de coque					
	Total de fósiles sólidos						
Fósiles gaseosos	Gas natural (seco)						
Total							
Total de biomasa							
	Biomasa sólida						
	Biomasa líquida						
	Gas de biomasa						

(a) Si las cifras para la antracita no estuvieran disponible por separado, deberá incluirse con los Otros carbones bituminosos.

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		4 DE 5 EMISIONES DE <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES (TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO INTERNACIONAL)					
		PASO 1		PASO 2		PASO 3	
		A	B	C	D	E	F
		Cantidades entregadas (a)	Factor de Conversión (TJ/unidad)	Cantidades entregadas (TJ)	Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (t C)	Contenido de carbono (Gg C)
TIPOS DE COMBUSTIBLES				$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
Fósiles sólidos	Otro carbón bituminoso						
	Carbón sub bituminoso						
Fósiles líquidos	Gasolina						
	Queroseno para aviones de reacción						
	Gasóleo/fuelóleo						
	Fuelóleo residual						
	Lubricantes						
		Total					

(a) Indicar las cantidades de la Tabla I-1, Hoja I, Columna D: "*Bunkers* internacionales".

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE FUENTES ENERGÉTICAS (MÉTODO DE REFERENCIA)					
HOJA DE TRABAJO		I-I					
HOJA		5 DE 5 EMISIONES DE <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES (TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO INTERNACIONAL)					
		PASO 4			PASO 5		PASO 6
		G	H	I	J	K	L
		Fracción del carbono almacenado	Carbono almacenado (Gg C)	Emisiones netas de carbono (Gg C)	Fracción del carbono oxidado	Emisiones reales de carbono (Gg C)	Emisiones reales de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
TIPOS DE COMBUSTIBLES			$H=(F \times G)$	$I=(F-H)$		$K=(I \times J)$	$L=(K \times 44/12)$
Fósiles sólidos	Otro carbón bituminoso	0	0				
	Carbón sub bituminoso	0	0				
Fósiles líquidos	Gasolina	0	0				
	Queroseno para aviones de reacción	0	0				
	Gasóleo/fuelóleo	0	0				
	Fuelóleo residual	0	0				
	Lubricantes	0,5					
		Total <sup>(a)</sup>					

(a) Las emisiones procedentes de los *bunkers* internacionales no se deben añadir a los totales nacionales



MÓDULO	ENERGÍA							
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA ENERGÍA							
HOJA DE TRABAJO	HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-I: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS							
HOJA	I DE I							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	Cantidad de combustible estimada	Factor de conversión (TJ/unidades)	Cantidad de combustible estimada (TJ)	Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (t C)	Contenido de carbono (Gg C)	Fracción del carbono almacenado	Carbono almacenado (Gg C)
TIPOS DE COMBUSTIBLES			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$		$H=(F \times G)$
Nafta <sup>(a)</sup>							0,80	
Lubricantes							0,50	
Asfalto							1,0	
Aceites y alquitranes de carbón (de carbón de coque)							0,75	
Gas natural <sup>(a)</sup>							0,33	
Gasóleo / fuelóleo <sup>(a)</sup>							0,50	
GPL <sup>(a)</sup>							0,80	
Etano <sup>(a)</sup>							0,80	
Otros combustibles <sup>(b)</sup>								

(a) Estos combustibles deberán anotarse cuando se emplean como materias primas de refinería.

(b) Emplear las filas correspondientes a Otros combustibles para dar entrada a cualquier producto en que el carbono pueda quedar almacenado





# ENERGÍA

MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	1-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	3 DE 16 INDUSTRIAS MANUFACTURERAS Y CONSTRUCCIÓN					
	PASO 1	PASO 2		PASO 3		
Industrias manufactureras y construcción	A Consumo	B Factor de conversión (TJ/unidad)	C Consumo (TJ)	D Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	E Contenido de carbono (t C)	F Contenido de carbono (Gg C)
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
Petróleo crudo						
Líquidos de gas natural						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
Otros tipos de queroseno						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
GPL						
Etano						
Nafta						
Lubricantes						
Coque de petróleo						
Gas de refinería						
Antracita						
Carbón de coque						
Otro carbón bituminoso						
Carbón sub bituminoso						
Lignito						
Turba						
Briquetas de carbón						
Briquetas de lignito						
Coque de horno de coque						
Gas de coque						
Gas de fábricas de gas industrial						
Gas de horno de coque						
Gas de alto horno						
Gas natural						
Residuos sólidos urbanos						
Desechos Industriales						
	Total					
<i>Partidas informativas</i>						
Madera/desperdicios de madera						
Carbón vegetal						
Otra biomasa sólida						
Biomasa líquida						
Gas de biomasa						
	Total de biomasa					

Note: Para identificar por separado las emisiones asociadas con la autogeneración de las asociadas con calor industrial, deberán fotocopiar las hojas 3 y 4, indicando claramente la fuente de las emisiones.



MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	I-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	4 DE 16 INDUSTRIAS MANUFACTURERAS Y CONSTRUCCIÓN					
	PASO 4			PASO 5		PASO 6
Industrias manufactureras y construcción	G	H	I	J	K	L
	Fracción del carbono almacenado <sup>(a)</sup>	Carbono almacenado (Gg C) <sup>(a)</sup>	Emisiones netas de carbono (Gg C)	Fracción del carbono oxidado	Emisiones reales de carbono (Gg C)	Emisiones reales de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
		H=(FxG)	I=(F-H)		K=(IxJ)	L=(K x [44/12])
Petróleo crudo						
Líquidos de gas natural						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
Otros tipos de queroseno						
Gasóleo/fuelóleo		(b)				
Fuelóleo residual						
GPL		(b)				
Etano		(b)				
Nafta		(b)				
Lubricantes	(c)					
Coque de petróleo						
Gas de refinería						
Antracita						
Carbón de coque						
Otro carbón bituminoso						
Carbón sub bituminoso						
Lignito						
Turba						
Briquetas de carbón						
Briquetas de lignito						
Coque de horno de coque						
Gas de coque						
Gas de fábricas de gas industrial						
Gas de horno de coque						
Gas de alto horno						
Gas natural		(b)				
Residuos sólidos urbanos						
Desechos Industriales						
					Total	
<b>Partidas informativas</b>						
Madera/desperdicios de madera						
Carbón vegetal						
Otra biomasa sólida						
Biomasa líquida						
Gas de biomasa						
					Total de biomasa	

- (a) Por lo que respecta a nafta, gas natural, gasóleo/fuelóleo, GPL y cualquier otro combustible utilizado como materia prima, no deberá llenarse la Columna G. Completar la Columna H, utilizando la Hoja de trabajo auxiliar I-2.
- (b) Utilice la Hoja de trabajo auxiliar I-2 para completar las casillas correspondientes a estos productos.
- (c) Emplear un valor de 0,5 para los Lubricantes.

# ENERGÍA

MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	1-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	5 DE 16 TRANSPORTE					
	PASO 1	PASO 2		PASO 3		
Transporte	A	B	C	D	E	F
	Consumo	Factor de conversión (TJ/unidad)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (t C)	Contenido de carbono (Gg C)
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
<b>Aviación nacional<sup>(a)</sup></b>						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
	Subtotal					
<b>Transporte por carretera</b>						
Gas natural						
GPL						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
	Subtotal					
<b>Transporte ferroviario</b>						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Antracita						
Otro carbón bituminoso						
Coque de horno de coque						
	Subtotal					
<b>Navegación nacional<sup>(a)</sup></b>						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Lubricantes						
Carbón sub bituminoso						
	Subtotal					
<b>Transporte por tubería</b>						
Gas natural						
	Subtotal					
	Total del transporte <sup>(a)</sup>					
<b>Partidas informativas</b>						
Biomasa líquida						
	Total de biomasa					

(a) Excluidos los *bunkers* internacionales.





MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	1-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	6 DE 16 TRANSPORTE					
Transporte	PASO 4			PASO 5		PASO 6
	G Fracción del carbono almacenado	H Carbono almacenado (Gg C)	I Emisiones netas de carbono (Gg C)	J Fracción del carbono oxidado	K Emisiones reales de carbono (Gg C)	L Emisiones reales de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
		H=(F×G)	I=(F-H)		K=(I×J)	L=(K × [44/12])
<b>Aviación nacional</b>						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
					Subtotal	
<b>Transporte por carretera</b>						
Gas natural						
GPL						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
					Subtotal	
<b>Transporte ferroviario</b>						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Antracita						
Otro carbón bituminoso						
Coque de horno de coque						
					Subtotal	
<b>Navegación nacional</b>						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Lubricantes	(a)					
Carbón sub bituminoso						
					Subtotal	
<b>Transporte por tubería</b>						
Gas natural						
Subtotal						
					Total del transporte	
<b>Partidas informativas</b>						
Biomasa líquida						
					Total de la biomasa	

(a) Emplear un valor de 0,5 para los Lubricantes.

# ENERGÍA

MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	1-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	7 DE 16 PARTIDAS INFORMATIVAS: <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES					
	PASO 1		PASO 2		PASO 3	
<i>Partidas informativas: Bunkers internacionales</i>	A Consumo	B Factor de conversión (TJ/unidad)	C Consumo (TJ)	D Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	E Contenido de carbono (t C)	F Contenido de carbono (Gg C)
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
<i>Bunkers internacionales para el transporte marítimo</i>						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Lubricantes						
Carbón sub bituminoso						
			Total			
<i>Bunkers internacionales para el transporte aéreo</i>						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
			Total			

Nota: Las emisiones de los *bunkers* internacionales se excluyen de los totales nacionales y se indican para fines de información solamente.



MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO	1-2 CÁLCULOS PASO A PASO					
HOJA	8 DE 16 PARTIDAS INFORMATIVAS: <i>BUNKERS</i> INTERNACIONALES					
	PASO 4			PASO 5		PASO 6
<i>Partidas informativas: Bunkers internacionales</i>	G Fracción del carbono almacenado	H Carbono almacenado (Gg C)	I Emisiones netas de carbono (Gg C)	J Fracción del carbono oxidado	K Emisiones reales de carbono (Gg C)	L Emisiones reales de CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
		H=(F×G)	I=(F-H)		K=(I×J)	L=(K × [44/12])
<i>Bunkers internacionales para el transporte marítimo</i>						
Gasolina						
Gasóleo/fuelóleo						
Fuelóleo residual						
Lubricantes	(a)					
Carbón sub bituminoso						
	Total					
<i>Bunkers internacionales para transporte aéreo</i>						
Gasolina						
Queroseno para aviones de reacción						
	Total					

(a) Emplear un valor de 0,5 para los Lubricantes.



















# ENERGÍA

MÓDULO	ENERGÍA							
SUBMÓDULO	CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)							
HOJA DE TRABAJO	HOJA DE TRABAJO AUXILIAR I-2: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS PRODUCTOS							
HOJA	I DE I							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	Uso como materias primas	Factor de conversión (TJ/unidades)	Uso como materias primas (TJ)	Factor de emisión de carbono (t C/TJ)	Contenido de carbono (t C)	Contenido de carbono (Gg C)	Fracción del carbono almacenado	Carbono almacenado <sup>(a)</sup> (Gg C)
TIPOS DE COMBUSTIBLES			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$		$H=(F \times G)$
Gasóleo/fuelóleo							0,5	
GPL							0,8	
Etano							0,8	
Nafta							0,8	
Gas natural							0,33	
Otros combustibles <sup>(b)</sup>								

(a) Anotar el resultado de este cálculo en la Hoja de trabajo I-2 Cálculos paso a paso, Hoja 4, en las casillas marcadas con (b).

(b) Debe especificarse.



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		I-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		I DE 8					
		A	B	C	D	E	F
		Petróleo crudo	Orimulsión	Líquidos de gas natural	Gasolina	Queroseno para aviones de reacción	Otros tipos de queroseno
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros Sectores	Comercial/institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otras (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> Internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> Internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otras (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		2 DE 8					
		G	H	I	J	K	L
		Petróleo de esquistos bituminosos	Gasóleo/fuelóleo	Fuelóleo residual	GPL	Etano	Nafta
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> Internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> Internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros Sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		3 DE 8					
		M	N	O	P	Q	R
		Lubricantes	Coque de petróleo	Gas de refinera	Antracita	Carbón de coque	Otro carbón bituminoso
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		4 DE 8					
		S	T	U	V	W	X
		Carbón sub bituminoso	Lignito	Esquisto bituminoso	Turba	Briquetas de carbón	Briquetas de lignito
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros Sectores	Comercial/institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.





MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		5 DE 8					
		Y	Z	AA	AB	AC	AD
		Coque de horno de coque	Gas de coque	Gas de fábricas de gas industrial	Gas de horno de coque	Gas de alto horno	Gas natural
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		6 DE 8					
		AE	AF	AG	AH	AI	AJ
		Residuos sólidos urbanos	Desechos industriales				
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros Sectores	Comercial/institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/institucional						
	Residencial						
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.



MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		7 DE 8					
		AK	AL Total Fósiles líquidos	AM Total Fósiles sólidos	AN Total Fósiles gaseosos	AO Total Otros combustibles	AP Total <sup>(b)</sup>
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/ silvicultura/ pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros Sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/ silvicultura/ pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.

(b) Excluida la Biomasa.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA					
SUBMÓDULO		CO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)					
HOJA DE TRABAJO		1-2 ASPECTOS GENERALES					
HOJA		8 DE 8					
<i>Partidas Informativas: Biomasa</i>		AQ Madera/ desperdicios de madera	AR Carbón vegetal	AS Otra biomasa sólida	AT Biomasa líquida	AU Gas de biomasa	AV Total de biomasa
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (TJ)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias manufactureras y construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/ silvicultura/ pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Gg)</b>							
Industrias de la energía							
Industrias Manufactureras y Construcción							
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>						
	Por carretera						
	Ferrocarriles						
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>						
Otros sectores	Comercial/Institucional						
	Residencial						
	Agricultura/ silvicultura/ pesca	Fuentes estacionarias					
		Fuentes móviles					
Otros (no especificados en ninguna otra parte)							
Total <sup>(a)</sup>							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo							
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo							

(a) Excluye los *Bunkers* internacionales.



MÓDULO		ENERGÍA						
SUBMÓDULO		GASES DISTINTOS DEL CO <sub>2</sub> , PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)						
HOJA DE TRABAJO		I-3						
HOJA		I DE 3						
		PASO I						
		A						
		Consumo de Combustible (TJ)						
Actividad		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>		A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
		Carbón	Gas natural	Petróleo		Madera/ desperdicios de madera	Carbón vegetal	Otra biomasa y desperdicios
Industrias de la energía								
Industrias manufactureras y construcción								
Transporte	Aviación nacional <sup>(a)</sup>							
	Por carretera			Gasolina	Diesel			
	Ferrocarriles							
	Navegación nacional <sup>(a)</sup>							
Otros Sectores	Comercial/Institucional							
	Residencial							
	Agricultura/ silvicultura/ pesca	Fuentes estacionarias						
Fuentes móviles								
Otros (no especificados en ninguna otra parte)								
Total <sup>(a)</sup>								
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo								
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo								

(a) Excluye los *bunkers* internacionales.

MÓDULO		ENERGÍA						
SUBMÓDULO		GASES DISTINTOS DEL CO <sub>2</sub> , PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)						
HOJA DE TRABAJO		1-3						
HOJA		2 DE 3 GAS <sup>(a)</sup> _____						
		<b>PASO 2</b>						
Actividad		B Factores de emisión (kg/TJ)						
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>
		Carbón	Gas natural	Petróleo		Madera/ desperdicios de madera	Carbón vegetal	Otra biomasa y desperdicios
Industrias de la energía								
Industrias manufactureras y construcción								
Transporte	Aviación nacional <sup>(b)</sup>							
	Por carretera				Gasolina	Diesel		
	Ferrocarriles							
	Navegación nacional <sup>(b)</sup>							
Otros sectores	Comercial/Institucional							
	Residencial							
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias						
		Fuentes móviles						
Otros (no especificados en ninguna otra parte)								
Total								
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo								
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo								

(a) Haga 5 fotocopias de esta hoja y llénelas para CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM.

(b) Excluye los *bunkers* internacionales.



MÓDULO		ENERGÍA							
SUBMÓDULO		GASES DISTINTOS DEL CO <sub>2</sub> , PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)							
HOJA DE TRABAJO		1-3							
HOJA		3 DE 3 GAS <sup>(a)</sup> _____							
		PASO 3							
Actividad		C					D		
		Emisiones por combustible (kg)					Total de Emisiones (Gg)		
		C=(AxB)					D=(∑ C <sub>1..6</sub> )/10 <sup>6</sup>		
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>		
		Carbón	Gas natural	Petróleo	Madera/ desperdicios de madera	Carbón vegetal	Otra biomasa y desperdicios		
Industrias de la energía									
Industrias manufactureras y construcción									
Transporte	Aviación nacional <sup>(b)</sup>								
	Por carretera			Gasolina	Diesel				
	Ferrocarriles								
Navegación nacional <sup>(b)</sup>									
Otros Sectores	Comercial/Institucional								
	Residencial								
	Agricultura/silvicultura/pesca	Fuentes estacionarias							
		Fuentes móviles							
Otros (no especificados en ninguna otra parte)									
Total <sup>(b)</sup>									
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte marítimo									
Memo: <i>Bunkers</i> internacionales para el transporte aéreo									

(a) Haga 5 fotocopias de esta hoja y complételas para CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM.

(b) Excluye los *bunkers* internacionales.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA						
SUBMÓDULO		EMISIONES DE SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES POR CATEGORÍAS DE FUENTE (NIVEL I)						
HOJA DE TRABAJO		I-4						
HOJA		I DE I SECTOR <sup>(a)</sup> _____						
		PASO 1	PASO 2				PASO 3	
		A	B	C	D	E	F	G
		Consumo de combustible (TJ)	Contenido de azufre del combustible <sup>(b)</sup> (%)	Retención de azufre en la ceniza (%)	Eficiencia de las medidas de reducción de las emisiones (%)	Valor Calórico Neto <sup>(b)</sup> (TJ/kt)	Factor de emisión SO <sub>2</sub> <sup>(b)</sup> (kg/TJ)	Emisiones (t)
TIPO DE COMBUSTIBLE							$F = 2 \times \frac{B}{100} \times \frac{1}{E} \times 10^6 \times \frac{100-C}{100} \times \frac{100-D}{100}$	$G = (A \times F) / 1000$
Carbón	bajo							
	medio							
	elevado							
Fuelóleo pesado	bajo							
	medio							
	elevado							
Fuelóleo ligero/combustible diesel	bajo							
	elevado							
Diesel (carretera)								
Gasolina (carretera)								
Queroseno para aviones de reacción								
Esquisto bituminoso								
Otros productos del petróleo								
Gas natural <sup>(b)</sup>								
Residuos sólidos urbanos								
Desechos industriales								
Licor negro								
Leña								
Otra biomasa								
Total								
Memo: Combustibles para <i>Bunkers</i> internacionales								
Transporte marítimo								
Memo: Combustibles para <i>Bunkers</i> Internacionales								
Transporte aéreo								

(a) Este método puede aplicarse una vez para el consumo total de combustible o puede repetirse para cada sector. Fotocopiar las hojas tantas veces como haya sectores que requieran cálculo. Si los cálculos se hacen por sector, deberá prestarse atención para dar cuenta todo el consumo nacional de combustible.

(b) El contenido de azufre del gas natural se expresa en g/m<sup>3</sup> y el valor calorífico neto deberá expresarse en kJ/m<sup>3</sup>. El contenido de azufre del gas natural (en la Columna B) no deberá dividirse por 100 a la hora de calcular el factor de emisión en la Columna F.





MÓDULO	ENERGÍA		
SUBMÓDULO	EMISIONES PROCEDENTES DEL TRANSPORTE AÉREO (NIVEL 2)		
HOJA DE TRABAJO	I-5		
HOJA	I DE 3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VUELOS NACIONALES E INTERNACIONALES		
	<b>PASO I</b>		
	A	B	C
	Cantidad total de combustible vendido para todo el transporte aéreo (kt)	Cantidad total de combustible vendido para los vuelos nacionales (kt)	Cantidad total de combustible vendido para los vuelos internacionales (kt)
			C=(A-B)
Combustible vendido			

# ENERGÍA

MÓDULO	ENERGÍA					
SUBMÓDULO	EMISIONES PROCEDENTES DEL TRANSPORTE AÉREO (NIVEL 2)					
HOJA DE TRABAJO	1-5					
HOJA	2 DE 3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LAS ACTIVIDADES DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE Y DE CRUCERO					
	PASO 2			PASO 3		
	D	E	F	G	H	I
	Número total de LTO por tipo de avión	Consumo de combustible por LTO (t/LTO)	Consumo de combustible en las actividades de LTO (t)	Total del combustible vendido (t)	Consumo total de combustible para las actividades de crucero (t)	Consumo de combustible para las actividades de crucero (t)
AVIACIÓN NACIONAL			$F=D \times E$		$H=G-F$	$I=H \times (D_a / D_{Total_a})$
$a_1$						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
$a_n$						
Total <sub>a</sub>		Total <sub>a</sub>		$G=B \times 1000$		
AVIACIÓN INTERNACIONAL						$I=H \times (D_b / D_{Total_b})$
$b_1$						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
$b_n$						
Total <sub>b</sub>		Total <sub>b</sub>		$G=C \times 1000$		



MÓDULO	ENERGÍA				
SUBMÓDULO	EMISIONES PROCEDENTES DEL TRANSPORTE AÉREO (NIVEL 2)				
HOJA DE TRABAJO	1- 5				
HOJA	3 DE 3 EMISIONES DE GAS <sup>(a)</sup> _____				
<b>PASO 4</b>					
	J Factor de emisión por LTO  (kg/LTO)	K Emisiones de los ciclos de LTO  (t)	L Factor de emisión por combustible consumido para actividades de crucero (kg/t)	M Emisiones de las actividades de crucero (t)	N Total de emisiones de la aviación (Gg)
AVIACIÓN NACIONAL		$K=(DxJ)/1000$		$M=(IxL)/1000$	$N=(K+M)/1000$
a <sub>1</sub>					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
a <sub>n</sub>					
	Total <sub>a</sub>		Total <sub>a</sub>		
AVIACIÓN INTERNACIONAL					
b <sub>1</sub>					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
.					
b <sub>n</sub>					
	Total <sub>b</sub>		Total <sub>b</sub>		

(a) Hacer 7 fotocopias de esta hoja y completarla para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, COVDM y SO<sub>2</sub>.

# ENERGÍA

MÓDULO		ENERGÍA				
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA EXTRACCIÓN Y MANIPULACIÓN DEL CARBÓN				
HOJA DE TRABAJO		I-6				
HOJA		I DE I				
		PASO 1			PASO 2	
		A	B	C	D	E
		Cantidad de carbón producido (millones de t)	Factor de emisión ( $m^3 CH_4/t$ )	Emisiones de metano (millones $m^3$ )	Factores de conversión ( $0,67 \frac{Gg CH_4}{10^6 m^3}$ )	Emisiones de metano ( $Gg CH_4$ )
				$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$
Minas subterráneas	<i>extracción</i>				0,67	
	Post-extracción				0,67	
Minas a cielo abierto	<i>extracción</i>				0,67	
	Post-extracción				0,67	
					Total	



MÓDULO	ENERGÍA			
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LAS ACTIVIDADES DE PETRÓLEO Y GAS (NIVEL I)			
HOJA DE TRABAJO	I-7			
HOJA	I DE I			
Categoría	A Actividad	B Factor de emisión	C Emisiones de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> ) C=(AxB)	D Emisiones de CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> ) D=(C/10 <sup>6</sup> )
<b>PETRÓLEO</b>				
Exploración (Facultativo si se contara con datos a nivel local) <sup>(a)</sup>	número de pozos perforados	kg CH <sub>4</sub> /pozos perforados		
Producción <sup>(b)</sup>	Pj petróleo producido	kg CH <sub>4</sub> /Pj		
Transporte	Pj petróleo cargado en buques tanques	kg CH <sub>4</sub> /Pj		
Refinación	Pj Petróleo refinado	kg CH <sub>4</sub> /Pj refinado		
Almacenamiento	Pj Petróleo refinado	kg CH <sub>4</sub> /Pj refinado		
<b>TOTAL DEL CH<sub>4</sub> PROCEDENTE DEL PETRÓLEO</b>				
<b>GAS</b>				
Producción <sup>(b)</sup> / procesamiento	Pj gas producido	kg CH <sub>4</sub> /Pj		
Transmisión y distribución	Pj gas consumido	kg CH <sub>4</sub> /Pj		
Otras fugas	Pj gas consumido - Gas no residencial consumido (Pj) - Gas residencial consumido			
<b>TOTAL DEL CH<sub>4</sub> PROCEDENTE DEL GAS</b>				
Venteo y quema en mechurrios procedente de la producción de petróleo y gas <sup>(c)</sup>	Pj petróleo y gas producidos - Petróleo - Gas - Combinación	kg CH <sub>4</sub> /Pj		
<b>TOTAL DE EMISIONES DE CH<sub>4</sub> PROCEDENTES DEL PETRÓLEO Y EL GAS</b>				

(a) No se presentan factores de emisión.

(b) Si se emplean factores de emisión por defecto, estas categorías incluirán las emisiones procedentes de la producción, excepto las correspondientes al venteo y la quema en mechurrios.

(c) Si se emplean factores de emisión por defecto, las emisiones procedentes del venteo y la quema en mechurrios correspondientes al total de la producción de petróleo y gas deberá anotarse aquí.

MÓDULO		ENERGÍA		
SUBMÓDULO		EMISIONES DE PRECURSORES DEL OZONO Y SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO		
HOJA DE TRABAJO		1-8 PRECURSORES DEL OZONO Y SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN		
HOJA		1 DE 4		
A	B	C	D	E
Volumen de petróleo crudo (kt)	Emisión	Factor de emisión <sup>(a)</sup> (kg/t)	Emisiones (t)	Emisiones (Gg)
			D=(AxC)	E = D/1000
	CO	0,09		
	NO <sub>x</sub>	0,06		
	COVDM	0,62		
	SO <sub>2</sub>	0,93		

(a) Valores por defecto. Deberán utilizarse los valores locales en la medida de lo posible, sobre todo para los COVDM, para los cuales los factores de emisión varían considerablemente. Los valores por defecto presentados se han derivado de los valores que aparecen en el *Manual de Referencia* empleando una densidad media para el petróleo crudo de 860 kg/m<sup>3</sup> (33° API).

MÓDULO		ENERGÍA		
SUBMÓDULO		PRECURSORES DEL OZONO Y SO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO		
HOJA DE TRABAJO		1-8 PRECURSORES DEL OZONO Y SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA		
HOJA		2 DE 4		
A	B	C	D	E
Volumen de petróleo procesado con desintegración catalítica (kt)	Emisión	Factor de emisión <sup>(a)</sup> (kg/t)	Emisiones (t)	Emisiones (Gg)
			D=(AxC)	E = D/1000
	CO	42,6		
	NO <sub>x</sub>	0,2		
	COVDM	0,6		
	SO <sub>2</sub>	1,5		

(a) Valores por defecto. Deberán emplearse los valores locales en la medida de lo posible. Los valores por defecto presentados se han derivado de los valores contenidos en el *Manual de Referencia* empleando una densidad media para el petróleo de 920 kg/m<sup>3</sup> (22° API).



MÓDULO		ENERGÍA	
SUBMÓDULO		PRECURSORES DEL OZONO Y DEL SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	
HOJA DE TRABAJO		1-8 SO <sub>2</sub> PROCEDENTE DE LAS INSTALACIONES DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE	
HOJA		3 DE 4	
A	B	C	D
Cantidad de azufre recuperado (t)	Factor de emisión (kg/t)	Emisiones (kg)	Emisiones (Gg)
		$C=A \times B$	$D=(C/10^6)$
	139		

MÓDULO		ENERGÍA		
SUBMÓDULO		PRECURSORES DEL OZONO Y SO <sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO		
HOJA DE TRABAJO		1-8 EMISIONES DE COVDM PROCEDENTES DEL ALMACENAMIENTO Y LA MANIPULACIÓN		
HOJA		4 DE 4		
A	B	C	D	E
Volumen de petróleo crudo (kt)	Tipo de almacenamiento	Factor de emisión (kg/t)	Emisiones (t)	Emisiones (Gg)
			$D=(A \times C)$	$E = D/1000$
	Depósitos estancos secundarios	0,2		
	Depósitos estancos primarios	0,7		
	Techo permanente	4,9		