



**Vivir Mejor**

# Metodologías para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Diciembre de 2009



# Metodologías para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Este documento comparte las metodologías empleadas para analizar el potencial y el costo de las medidas para el aprovechamiento sustentable de la energía, incluyendo el uso eficiente de energéticos y el abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En la primera sección se describe conceptualmente las fuentes de emisiones de GEI del sector energético y se presentan metodología para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en los procesos energéticos. En la segunda sección se exhiben las metodologías y procedimientos para cuantificar el uso de energéticos. En la tercera sección, se detalla la metodología para estimar el valor económico del consumo y el de los procesos evitados derivados del aprovechamiento sustentable de la energía.

Las metodologías aquí definidas servirán para cuantificar el ahorro potencial de energía y de emisiones de GEI en el mediano y largo plazo, así como para estimar los costos evitados por la aplicación de una selección de acciones enfocadas en el aprovechamiento sustentable de la energía y la reducción de emisiones de GEI.

Las estimaciones generadas con las siguientes metodologías pueden llevarse a cabo en 3 niveles, en orden ascendente de precisión, dependiendo de la calidad y del nivel de detalle de la información con que se cuente:

- ¶ Nivel 1: Las estimaciones de nivel 1 se basan en la cantidad de energéticos utilizados, empleando factores de conversión estándar
- ¶ Nivel 2: Las estimaciones de nivel 2 igualmente se basan en la cantidad de energéticos utilizados, pero empleando factores de

conversión específicos a las características de los combustibles utilizados en el país

- ¶ Nivel 3: Las estimaciones de nivel 3 se realizan generando modelos o mediciones detalladas que permitan estimar el uso de energéticos con un alto nivel de desagregación, utilizando factores de conversión específicos que tomen en consideración diferencias en emisiones derivadas del uso de tecnologías y procesos determinados, así como su estado de mantenimiento

La calidad de los factores de emisión empleados aumenta en la medida en que aumente el detalle de la información utilizada, pues se puede cuantificar el efecto del uso de diferentes tecnologías de combustión o diferentes procesos en los sectores considerados.

## **METODOLOGÍAS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LA EXPLOTACIÓN, PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA, ASÍ COMO LAS EMISIONES EVITADAS DEBIDO A LAS ACCIONES QUE SE REALICEN PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA**

### **1.1 Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero por la explotación, transformación y consumo de energía**

El sector energético comprende, principalmente:

- ¶ Explotación de fuentes primarias de energía
- ¶ Producción y transformación de fuentes primarias de energía en fuentes secundarias en refinerías y plantas generadoras de electricidad
- ¶ Distribución de energía
- ¶ Consumo final energético<sup>1</sup>

Estas actividades generan emisiones de GEI por la combustión de energéticos, así como emisiones fugitivas en procesos sin combustión.

Las emisiones del sector energético se componen principalmente por emisiones derivadas de la combustión. Siguiendo la definición del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), *combustión* se define como *la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para proporcionar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para uso fuera del aparato*. Esta definición separa la combustión para obtener energía productiva del calor liberado por hidrocarburos en reacciones químicas en procesos industriales, o del uso de hidrocarburos para usos finales no-energéticos.

---

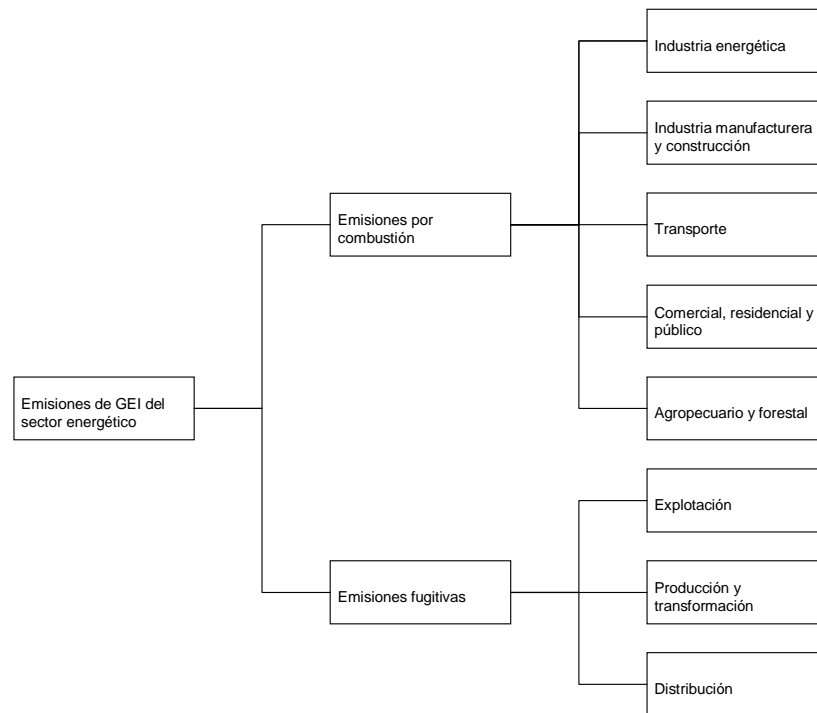
<sup>1</sup> Para propósitos de este documento, se excluye el consumo final no-energético del análisis, ya que este tipo de consumo se refiere al uso de materiales como insumo para los procesos productivos

Las emisiones fugitivas por la explotación, transformación y distribución de energía comprenden las emisiones restantes del sector energético. Estas emisiones incluyen, entre otros factores, fugas de gas natural y la liberación de metano en la extracción de carbón y la quema de gas durante la explotación y refinación de gas y petróleo. El transporte y distribución de energéticos contribuye también a la generación de emisiones fugitivas en el sector energético.

La figura 1 muestra un mapa de las actividades generadoras de emisiones de GEI en el sector energético.

Figura 1

### Emisiones de GEI del sector energético



Las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético se calculan de acuerdo con:

### Ecuación 1

### Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético

$$E = E^c + E^\phi$$

Donde:

$E$  = emisiones totales de gases de efecto invernadero por la explotación, transformación, distribución y consumo de energía (kg de GEI)

$E^c$  = emisiones de gases de efecto invernadero por la combustión de energéticos (kg de GEI)

$E^\phi$  = emisiones fugitivas de gases de efecto invernadero por la explotación, transformación y distribución de energéticos (kg de GEI)

## 1.2 Metodología para la cuantificación de emisiones por combustión de energéticos

En general, las emisiones de gases de efecto invernadero por la combustión de energéticos se calculan multiplicando el consumo de combustible por el factor de emisión correspondiente para cada combustible.

La cuantificación de emisiones se lleva a cabo para los principales gases de efecto invernadero emitidos durante la combustión. En este proceso, el carbono se emite inmediatamente como CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, se emite carbono en formas como monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), y otros compuestos orgánicos volátiles (COV). Con el fin de homologar el efecto invernadero de estos gases, las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> pueden expresarse en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e)<sup>2</sup>.

En general, las emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión dependen del contenido de carbono del combustible considerado, y son independientes de la

---

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>e es una medida que representa, para una mezcla dada de gases de efecto invernadero, la cantidad de CO<sub>2</sub> que tendría el mismo potencial de calentamiento global a lo largo de un periodo de tiempo determinado (típicamente 100 años)

tecnología de combustión empleada. Las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub>, por otro lado, son altamente dependientes de la tecnología de combustión empleada y del estado de mantenimiento de estas tecnologías, entre otros factores típicamente poco documentados.

Debido a lo anterior, se emplean factores de emisión de gases de efecto invernadero estándar cuando no existe información detallada de las tecnologías específicas utilizadas en el proceso de combustión y su estado de mantenimiento.

El consumo de energéticos en la combustión puede derivarse de estadísticas de uso de energía. En caso de que la información estadística no presente el grado de desagregación necesario para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, se pueden emplear modelos simples para tener una aproximación al consumo de energía para usos específicos, como se detalla más adelante en la sección 2.1.

La estimación de nivel 1 de emisiones de GEI por la combustión de energéticos se calcula mediante la siguiente ecuación:

## Ecuación 2

### Emisiones de GEI por combustión, por energético

$$E_{g,f}^c = C_f \cdot FE_{g,f}$$

Donde:

$E_{g,f}^c$  = emisiones de gas de efecto invernadero “g” por la combustión del energético “f”(kg de GEI)

$C_f$  = consumo del energético “f” (TJ)

$FE_{g,f}$  = factor de emisión estándar de gas “g” en la combustión del energético “f” (kg / TJ)

El cálculo de emisiones de GEI totales por combustión de energéticos es, como se muestra en la ecuación 3, la suma de emisiones generadas por la combustión de todos los energéticos:

### Ecuación 3

#### Emisiones de emisiones de GEI por combustión, totales por gas

$$E_g^c = \sum_{f=1}^F E_{g,f}^c$$

Donde:

$E_g^c$  = emisiones totales del gas “g”(kg de GEI)

$E_{g,f}^c$  = emisiones del gas “g” por la combustión del energético “f” (kg de GEI)

Al final de este documento metodológico se incluye un listado de factores estándar de emisión de GEI para diferentes energéticos, como los define el IPCC.

La estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la combustión puede refinarse en la medida en que exista información más detallada sobre las características particulares del proceso de combustión. En particular, y manteniendo consistencia con las metodologías propuestas por el IPCC, se plantean dos niveles adicionales para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para una estimación de nivel 2 se plantea seguir la metodología propuesta para el nivel 1, pero utilizando factores de emisión derivados de las características nacionales de los combustibles utilizados.

En la medida en que existe información más detallada sobre las características de tecnológicas de los procesos de combustión nacionales, se puede desarrollar una estimación de nivel 3, mediante la siguiente ecuación:

### Ecuación 4

#### Emisiones de GEI por combustión, por energético y tecnología empleada

$$E_{g,f,t}^c = C_{f,t} \cdot FE_{g,f,t}$$

Donde:

$E_{g,f,t}^c$  = emisiones de gas de efecto invernadero “g” por la combustión del energético “f” con la tecnología “t” (kg de GEI)

$C_{f,t}$  = consumo del energético “f” con la tecnología “t” (TJ)

$FE_{g,f,t}$  = factor de emisión de gas de efecto invernadero “g” en la combustión del energético “f” con la tecnología “t” (kg de GEI / TJ)

El consumo energético por tecnología de combustión puede no ser conocido directamente, pero puede ser estimado mediante un modelo sencillo de la forma:

### Ecuación 5

#### Consumo energético por tecnología de combustión

$$C_{f,t} = C_f \cdot \Pi_{f,t}$$

Donde:

$C_{f,t}$  = consumo del energético “f” con la tecnología “t” (TJ)

$C_f$  = consumo del energético “f” (TJ)

$\Pi_{f,t}$  = proporción de la consumo energético de “f” atendido por una tecnología “t”

Las emisiones de gases de efecto invernadero por combustión pueden obtenerse para cada GEI sumando las emisiones por cada tecnología y energético:

### Ecuación 6

#### Estimación de emisiones GEI por combustión, totales por gas

$$E_g^c = \sum_{f=1}^F \sum_{t=1}^T C_{f,t} \cdot FE_{g,f,t}$$

Donde:

$E_g^c$  = emisiones totales de gas de efecto invernadero “g” por la combustión de energéticos (kg de GEI)

$C_{f,t}$  = Consumo del energético “f” con la tecnología “t” (TJ)

$FE_{g,f,t}$  = factor de emisión de gas “g” en la combustión del energético “f” con la tecnología “t” (kg de GEI / TJ)

Si bien la metodología propuesta para realizar estimaciones de nivel 3 puede generar estimaciones más precisas de emisiones de GEI por combustión, la estimación exitosa de este nivel requiere información sobre la combustión por tipo de energético, información sobre la distribución de tecnologías de combustión empleadas, así como factores de emisión específicos para cada tecnología de combustión empleada.

Para todos los niveles de estimación propuestos, las emisiones por combustión totales del sector pueden expresarse en términos de CO<sub>2</sub>e (CO<sub>2</sub> equivalente). Por tanto, las emisiones totales por combustión en términos equivalentes se obtienen de acuerdo con la siguiente ecuación:

### Ecuación 7

#### Estimación de emisiones por combustión en términos de CO<sub>2</sub>e

$$E^c = \sum_{g=1}^G E_g^c \cdot FC_g$$

Donde:

$E^c$  = emisiones de CO<sub>2</sub>e por combustión en el sector energético (kg de CO<sub>2</sub>e)

$E_g^c$  = emisiones totales del gas de efecto invernadero “g”(kg de GEI)

$FC_g$  = factor de conversión a CO<sub>2</sub>e para el gas de efecto invernadero “g” (kg de CO<sub>2</sub>e / kg de GEI)

### 1.3 Caso especial: Metodología para la cuantificación de emisiones en la generación de electricidad

Con el fin de cuantificar las emisiones de GEI derivadas del consumo de energía eléctrica, se cuantifica el consumo de energía eléctrica y se estima el factor de emisión derivado del proceso de generación de electricidad.

Los gases de efecto invernadero emitidos en la generación y consumo de electricidad se calculan de acuerdo con:

#### Ecuación 8

##### Estimación de emisiones de GEI por consumo de electricidad

$$E_g^c = C_{\text{electricidad}} \cdot FE_{\text{electricidad},g}$$

Donde las variables se definen de acuerdo a lo discutido en la sección anterior.

El factor de emisión utilizado refleja las emisiones generadas durante el proceso de generación de electricidad, de acuerdo con:

#### Ecuación 9

##### Estimación de factor de emisión para electricidad

$$FE_{\text{electricidad},g} = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{f=1}^F (C_{f,p} \cdot FE_{g,f})}{\sum_{p=1}^P GE_p \cdot (1 - FP)}$$

Donde:

$FE_{\text{electricidad},g}$  = factor de emisión de gas de efecto invernadero “g” en el uso de electricidad (kg de GEI / TJ)

$C_{f,p}$  = consumo del energético “f” para generación de electricidad en la planta generadora “p” (TJ)

$FE_{g,f}$  = factor de emisión estándar de gas “g” en la combustión del energético “f” (kg / TJ)

$GE_p$  = electricidad generada en la planta “p” (TJ)

$FP$  = factor de pérdidas técnicas de transmisión de electricidad

Dado que el factor de emisión propuesto para las emisiones derivadas del consumo de electricidad ya contempla las emisiones derivadas de los consumos energéticos intermedios en el proceso de generación, se pueden utilizar estimaciones de consumo de electricidad para cuantificar el total de las emisiones de GEI relacionadas al rubro.

#### **1.4 Metodología para la cuantificación de emisiones fugitivas en el sector energético**

Esta categoría incluye las emisiones de GEI ocurridas durante la explotación, transformación y distribución de energéticos hasta el punto de uso final. Para propósitos de estas metodologías, las emisiones fugitivas consideran las emisiones generadas durante la explotación, transformación y distribución de energéticos, con excepción de aquellas generadas por el proceso de combustión de los mismos.

Las emisiones fugitivas del sector energético consideradas incluyen las emisiones generadas por:

- ¶ Explotación de fuentes primarias de energía
- ¶ Producción y transformación de fuentes primarias de energía
- ¶ Distribución de energéticos

Estas actividades se denominan *segmentos de actividad del sector energético*.

Las emisiones fugitivas son particularmente relevantes en los sistemas energéticos de carbón, gas y petróleo.

La cuantificación de emisiones fugitivas de nivel 1 se realiza, de manera general, de acuerdo a la siguiente ecuación:

## Ecuación 10

### Estimación de emisiones fugitivas por segmento, sin combustión de metano

$$E_{g,s}^{\phi} = V_s \cdot FE_{g,s}$$

Donde:

$E_{g,s}^{\phi}$  = emisiones fugitivas del gas de efecto invernadero “g” por la actividad del segmento “s” (kg de GEI)

$V_s$  = Valor que caracteriza el volumen de actividad del segmento “s” (unidad de actividad)

$FE_{g,s}$  = factor de emisión estándar de gas “g” en la actividad del segmento “s” (kg de GEI / unidad de actividad)

Las emisiones fugitivas totales del sector energético se calculan como la suma de las emisiones fugitivas en los segmentos de actividad del sector energético de acuerdo con:

## Ecuación 11

### Estimación de emisiones fugitivas totales, sin combustión de metano

$$E_g^{\phi} = \sum_{s=1}^S V_s \cdot FE_{g,s}$$

Donde:

$E_g^{\phi}$  = emisiones fugitivas totales del gas de efecto invernadero “g” (kg de GEI)

$V_s$  = Valor que caracteriza el volumen de actividad del segmento “s” (unidad de actividad)

$FE_{g,s}$  = factor de emisión estándar de gas “g” en la actividad del segmento “s” (kg de GEI / unidad de actividad)

En los procesos de explotación, transformación y distribución de energéticos es posible que parte del metano liberado sea quemado, transformándolo en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. En este caso, es necesario ajustar el volumen de emisiones fugitivas de metano e incluir las emisiones generadas por la combustión del gas dentro del cálculo de emisiones por combustión en los procesos energéticos, siguiendo las metodologías propuestas en la sección anterior.

La estimación ajustada de emisiones fugitivas, para tomar en consideración la quema de metano, se realiza de acuerdo con:

### Ecuación 12

#### Estimación de emisiones fugitivas totales, ajustadas por combustión de metano

$$E_g^{\phi*} = E_g^{\phi} - E_{CH_4quemado}^{\phi}$$

Donde:

$E_g^{\phi*}$  = emisiones fugitivas del gas de efecto invernadero “g”, ajustado por la combustión de metano liberado (kg de GEI)

$E_g^{\phi}$  = emisiones fugitivas del gas de efecto invernadero “g” (kg de GEI)

$E_{CH_4quemado}^{\phi}$  = emisiones fugitivas de metano, quemadas (kg de GEI)

Al final de este documento metodológico se incluye un listado de factores de emisión estándar para el cálculo de emisiones fugitivas en el sector energético, como los define el IPCC.

Para obtener una estimación de nivel 2, se emplea la misma metodología, utilizando factores de emisión específicos derivados de las características de los procesos nacionales.

La obtención de estimaciones de nivel 2 depende de la disponibilidad de información precisa sobre las características de producción energética y de las características de la infraestructura y procesos productivos, de modo que se tenga conocimiento puntual sobre la intensidad de emisiones fugitivas a lo largo de los segmentos de actividad del sector energético.

La estimación de emisiones fugitivas totales del sector energético pueden expresarse en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>e de acuerdo con:

### Ecuación 13

#### Estimación de emisiones fugitivas en términos de CO<sub>2</sub>e

$$E^{\phi} = \sum_{g=1}^G E_g^{\phi} \cdot FC_g$$

Donde:

$E^{\phi}$  = emisiones fugitivas de CO<sub>2</sub>e en el sector energético (kg de CO<sub>2</sub>e)

$E_g^{\phi}$  = emisiones fugitivas del gas de efecto invernadero “g” (kg de GEI)

$FC_g$  = factor de conversión a CO<sub>2</sub>e para el gas de efecto invernadero “g” (kg de CO<sub>2</sub>e / kg de GEI)

### 1.5 Emisiones evitadas por las acciones que se realicen para el aprovechamiento sustentable de la energía

La cuantificación de emisiones evitadas por las acciones que se realicen para el aprovechamiento sustentable de la energía requiere la proyección de dos escenarios de consumo de energía:

- ¶ Escenario A – línea base: no presupone la implementación de las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía
- ¶ Escenario B – escenario de abatimiento: presupone la implementación de medidas para el aprovechamiento sustentable de la energía

El escenario A presupone una evolución futura de consumo de energía en línea con las tendencias corrientes. Incorpora la evolución esperada de los principales determinantes del consumo energético.

Este escenario debe ser consistente con las proyecciones oficiales de consumo energético generadas dentro del sector.

El escenario B, de aprovechamiento sustentable de la energía, define la evolución futura de consumo de energía incorporando los efectos de la implementación de las acciones de aprovechamiento consideradas. Este escenario incorpora la penetración inmediata o gradual de las iniciativas en la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero.

La metodología general propuesta para la cuantificación del consumo energético se describe en la sección 2.1 de este documento.

Las emisiones de gases de efecto invernadero en cada uno de estos escenarios se calculan siguiendo las metodologías descritas en los apartados anteriores. Las emisiones evitadas por las acciones realizadas para el aprovechamiento sustentable de la energía se calculan como la diferencia en emisiones bajo ambos escenarios de acuerdo con:

#### **Ecuación 14**

#### **Emisiones evitadas por las acciones que se realicen para el aprovechamiento sustentable de la energía**

$$\Delta E = E_A - E_B$$

Donde:

$\Delta E$  = emisiones de CO<sub>2</sub>e evitadas por las acciones de aprovechamiento realizadas (kg de CO<sub>2</sub>e)

$E_A$  = emisiones de CO<sub>2</sub>e del sector energético en la línea base (kg de CO<sub>2</sub>e)

$E_B$  = emisiones de CO<sub>2</sub>e del sector energético bajo el escenario de abatimiento (kg de CO<sub>2</sub>e)

## METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTO PARA CUANTIFICAR EL USO DE ENERGÉTICOS Y DETERMINAR EL VALOR ECONÓMICO DEL CONSUMO Y EL DE LOS PROCESOS EVITADOS DERIVADOS DEL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA

### 2.1. Metodología para cuantificar el uso de energéticos

En un primer nivel, el uso de energéticos puede ser estimado directamente de las estadísticas nacionales del sector energético y fuentes afines:

- ¶ Estadísticas nacionales del sector energético
- ¶ Reportes provistos por empresas para la realización de estadísticas nacionales del sector energético
- ¶ Reportes provistos por empresas a agencias regulatorias

Es posible emplear otras fuentes de información mientras se pueda verificar la consistencia de estas fuentes con las cifras oficiales del sector. En la medida de lo posible, es preferible utilizar información referente al *consumo* de energéticos en lugar de información sobre el *suministro* de energéticos, pues este último no distinguirá el consumo de cambios en inventarios.

En la medida que las estadísticas disponibles no cuenten con el nivel de desagregación requerido para cuantificar el uso de energía para actividades específicas contempladas en las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía, el consumo puede aproximarse de acuerdo con:

#### Ecuación 15

#### Estimación del uso de energía por actividad y energético

$$U_f = \sum_{a=1}^A V_a \cdot R_{a,f}$$

Donde:

$U_f$  = consumo del energético "f" (TJ)

$V_a$  = valor que caracteriza el volumen de la actividad consumidora de energía "a" (unidad de actividad)

$R_{a,f}$  = requerimiento del energético “ $f$ ” en la actividad “ $a$ ” (TJ / unidad de actividad)

El uso de energía total es, por tanto, la suma del uso de los diversos energéticos en las actividades consumidoras:

### Ecuación 16

#### Estimación del uso de energía

$$U = \sum_{f=1}^F U_f$$

Donde:

$U$  = consumo de energía (TJ)

$U_f$  = consumo del energético “ $f$ ” (TJ)

Esta estimación del uso de energía requiere información sobre las intensidades energéticas de distintas actividades consumidoras, así como información sobre los energéticos empleados en estas actividades.

Al momento de cuantificar el uso de energéticos, es indispensable separar la contabilidad de usos finales de energía de los usos intermedios, con el fin de evitar el doble conteo de consumo de energía nacional.

### 2.2 Metodología para cuantificar el consumo evitado derivado de las acciones de aprovechamiento sustentable de la energía

El consumo evitado derivado de las acciones de aprovechamiento de energía se calcula cuantificando el uso de energía de acuerdo con la metodología anterior, para los escenarios alternativos:

- ¶ Escenario A – línea base: no presupone la implementación de las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía

- ¶ Escenario B – escenario de abatimiento: presupone la implementación de medidas para el aprovechamiento sustentable de la energía

De forma general, el consumo evitado se calcula de acuerdo con:

### **Ecuación 17**

#### **Estimación del consumo evitado por las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía**

$$\Delta U = U_A - U_B$$

Donde:

$\Delta U$  = consumo energético evitado por las acciones de aprovechamiento realizadas (TJ)

$U_A$  = consumo energético en la línea base (TJ)

$U_B$  = consumo energético bajo el escenario de abatimiento (TJ)

### **3.1 Metodología para cuantificar el valor económico del consumo y de los procesos evitados derivados del aprovechamiento sustentable de la energía**

El valor económico del consumo y de los procesos evitados se calcula considerando los beneficios y los costos económicos incrementales derivados de las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía.

Los costos y beneficios se reflejan en dos dimensiones:

- ¶ Inversiones de capital
- ¶ Costos de operación

El valor económico del consumo y los procesos evitados se calcula a partir de los costos de operación evitados y de las inversiones incrementales requeridas de acuerdo con:

### **Ecuación 18**

#### **Estimación del valor económico del consumo evitado**

$$VE = \Delta CO + \Delta CC$$

Donde:

$VE$  = valor económico del consumo evitado (MN)

$\Delta CO$  = costo de operación evitado por la reducción de consumo energético derivado de las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía (MN)

$\Delta CC$  = costo de capital incremental por las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía (MN)

El costo de operación evitado es función del consumo evitado por tipo de energético y del costo neto operativo de suministrar energía útil por tipo de energético. Por lo tanto, el costo de operación se calcula de acuerdo con:

### Ecuación 19

#### Quantificación del costo de operación evitado

$$\Delta CO = \sum_{f=1}^F \Delta U_e \cdot CE_f$$

Donde:

$\Delta CO$  = costo de operación evitado (MN)

$\Delta U_e$  = consumo evitado del energético “ $f$ ”, derivado de las acciones de aprovechamiento sustentable (TJ)

$CE_f$  = costo operativo neto promedio de suministrar el energético “ $f$ ” (MN / TJ)

El costo neto de operación promedio debe incorporar la totalidad de gastos operativos relacionados al suministro de energía, incluyendo costo de materiales, costo de personal, mantenimiento, etc.

Por otra parte, el costo de capital incremental derivado de las acciones de aprovechamiento sustentable de la energía se calcula como la diferencia el

costo de capital bajo el escenario base y el escenario de referencia, y de acuerdo con:

### **Ecuación 20**

#### **Quantificación del valor del costo de capital incremental**

$$\Delta CC = CC_A - CC_B$$

Donde:

$\Delta CC$  = costo de capital incremental por las medidas de aprovechamiento sustentable de la energía (MN)

$CC_A$  = costo de capital bajo el escenario base (MN)

$CC_B$  = costo de capital bajo el escenario de abatimiento (MN)

El costo de capital bajo cada uno de los escenarios se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

### **Ecuación 21**

#### **Quantificación del costo de capital**

$$CC = \sum_{y=1}^Y \sum_{j=1}^J A_{j,y}$$

Donde:

$CC$  = costo de capital bajo el escenario considerado (MN)

$A_{j,y}$  = repago de la anualidad correspondiente a la inversión en el activo "j" en el año "y" (MN)

El cálculo del costo de capital refleja el repago de anualidades vigentes en el año para el que se realiza el análisis.

El valor de la anualidad correspondiente a cada inversión se calcula de acuerdo con:

## Ecuación 22

### Quantificación del valor de la anualidad correspondiente a la inversión en un activo

$$A_{j,y} = I_j \cdot \left( \frac{r}{1 - \frac{1}{(1+r)^{l_j}}} \right) \quad , \text{ para } 1 \leq y \leq l_j$$

$$A_{j,y} = 0 \quad , \text{ para } y > l_j$$

Donde:

$A_{j,y}$  = repago de la anualidad correspondiente a la inversión en el activo "j" en el año "y" (MN)

$I_j$  = inversión realizada en el activo "j" (MN)

$l_j$  = vida útil del activo "j" (años)

$r$  = tasa de interés (%)

En caso que el tiempo transcurrido desde la realización de una inversión y el periodo corriente sea mayor que la vida útil del activo, el valor de la anualidad para la inversión en el activo "j" será igual a cero.

## Factores de emisión de GEI estándar por combustión, por tipo de energético

**Tabla 1 - Factores de emisión estándar para combustión de energéticos (kg de GEI por TJ con base en poder calorífico neto)**

Energético		CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O		
		Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto
Petróleo crudo		73,000	71,000	75,500	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Orimulsión		77,000	69,300	85,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Líquidos de gas natural		64,200	58,300	70,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Gasolina	Gasolina motor	69,300	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
	Gasolina para aviación	70,000	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
	Gasolina para jet	70,000	67,500	73,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Turbosina		71,500	69,700	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Otros querosenos		71,900	70,800	73,700	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
<i>Shale oil</i>		73,300	67,800	79,200	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Diesel		74,100	72,600	74,800	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Combustóleo		77,400	75,500	78,800	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Gas licuado de petróleo		63,100	61,600	65,600	1.0	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Etano		61,600	56,500	68,600	1.0	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Nafta		73,300	69,300	76,300	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Alquitrán		80,700	73,000	89,900	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Lubricantes		73,300	71,900	75,200	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Coque de petróleo		97,500	82,900	115,000	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Insumos de refinería		73,300	68,900	76,600	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
Otros productos de petróleo	Gas de refinería	57,600	48,200	69,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
	Parafina	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0
	<i>White spirit</i>	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	3.0
	Otros producto de petróleo	73,300	72,200	74,400	3.0	1.0	10.0	0.6	0.2	2.0

## Factores de emisión de GEI estándar por combustión, por tipo de energético (Continuación)

Tabla 1 - Factores de emisión estándar para combustión de energéticos (kg de GEI por TJ con base en poder calorífico neto)										
Energético	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			
	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	
Antracita	98,300	94,600	101,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Coque de carbón	94,600	87,300	101,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Carbón bituminoso	94,600	89,500	99,700	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Carbón sub-bituminoso	96,100	92,800	100,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Lignito	101,000	90,900	115,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Arena bituminosa	107,000	90,200	125,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Briqueta de carbón marrón	97,500	87,300	109,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0	
Coque	Coque de horno coquizador y coque de lignito	107,000	95,700	119,000	1.0	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0
	Coque de gas	107,000	95,700	119,000	1.0	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Alquitrán de hulla		80,700	68,200	95,300	1	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0
Gases derivados	Gas Works Gas	44,400	37,300	54,100	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
	Gas de horno coquizador	44,400	37,300	54,100	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
	Gas de alto horno	260,000	219,000	308,000	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
	Gas de horno de oxígeno básico	182,000	145,000	202,000	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Gas natural		56,100	54,300	58,300	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Deshechos municipales		91,700	73,300	121,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
Deshechos industriales		143,000	110,000	183,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
Deshecho de petróleo		73,300	72,200	74,400	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
Turba		106,000	100,000	108,000	1	0.3	3.0	1.5	0.5	5.0

## Factores de emisión de GEI estándar por combustión, por tipo de energético (Continuación)

Tabla 1 - Factores de emisión estándar para combustión de energéticos (kg de GEI por TJ con base en poder calorífico neto)										
Energético		CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O		
		Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto	Factor de emisión estándar	Rango bajo	Rango alto
Biocombustibles sólidos	Leña	112,000	95,000	132,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
	<i>Black liquor</i>	95,300	80,700	110,000	3	1	18.0	2.0	1.0	21.0
	Otras biomásas primarias sólidas	100,000	84,700	117,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
	Carbón vegetal	112,000	95,000	132,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0
Biocombustibles líquidos	Biogasolina	70,800	59,800	84,300	3	1	10.0	0.6	0.2	2.0
	Biodiesel	70,800	59,800	84,300	3	1	10.0	0.6	0.2	2.0
	Otros biocombustibles líquidos	79,600	67,100	93,300	3	1	10.0	0.6	0.2	2.0
Biomasa en gas	Gas de relleno sanitario	54,600	46,200	66,000	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
	Biogas	54,600	46,200	66,000	1	0.3	3.0	0.1	0.0	0.3
Otros energéticos no fósiles	Deshechos municipales (fracción de biomasa)	100,000	84,700	117,000	30	10	100.0	4.0	1.5	15.0

FUENTE: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Perforación de pozos	Todas	Ventilación y quema de gases fugitivos	3.3E-05 a 5.6E-04	-12.5 a +800%	1.0E-04 a 1.7E-03	-12.5 a +800%	8.7E-07 a 1.5E-05	-12.5 a +800%	ND	ND	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
Prueba de pozos	Todas	Ventilación y quema de gases fugitivos	5.1E-05 a 8.5E-04	-12.5 a +800%	9.0E-03 a 1.5E-01	-12.5 a +800%	1.2E-05 a 2.0E-04	-12.5 a +800%	6.8E-08 a 1.1E-06	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
Mantenimiento de pozos	Todas	Ventilación y quema de gases fugitivos	1.1E-04 a 1.8E-03	-12.5 a + 800%	9.0E-03 a 1.5E-02	-12.5 a +800%	1.7E-05 a 2.8E-04	-12.5 a +800%	ND	ND	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
Producción de gas	Todas	Fugitivas	3.8E-04 a 2.4E-02	-40 a +250%	1.4E-05 a 1.8E-04	-40 a +250%	9.1E-05 a 1.2E-03	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
		Quema de gases fugitivos	7.6E-07 a 1.0E-06	±75%	1.2E-03 a 1.6E-03	±75%	6.2E-07 a 8.5E-07	±75%	2.1E-08 a 2.9E-08	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
Procesamiento de gas	Plantas de gas dulce	Fugitivas	4.8E-04 a 1.1E-03	-40 a +250%	1.5E-04 a 3.5E-04	-40 a +250%	2.2E-04 a 5.1E-04	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
		Quema de gases fugitivos	1.2E-06 a 1.6E-06	±75%	1.8E-03 a 2.5E-03	±75%	9.6E-07 a 1.3E-06	±75%	2.5E-08 a 3.4E-08	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Procesamiento de gas	Plantas de gas amargo	Fugitivas	9.7E-05 a 2.2E-04	-40 a +250%	7.9E-06 a 1.8E-05	-40 a +250%	6.8E-05 a 1.6E-04	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
		Quema de gases fugitivos	2.4E-06 a 3.3E-06	±75%	3.6E-03 a 4.9E-03	±75%	1.9E-06 a 2.6E-06	±75%	5.4E-08 a 7.4E-08	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
		Ventilación	NA	NA	6.3E-02 a 1.5E-01	-40 a +250%	NA	NA	NA	NA	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
	Plantas de extracción de corte profundo	Fugitivas	1.1E-05 a 2.5E-05	-40 a +250%	1.6E-06 a 3.7E-06	-40 a +250%	2.7E-05 a 6.2E-05	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
		Quema de gases fugitivos	7.2E-08 a 9.9E-08	±75%	1.1E-04 a 1.5E-04	±75%	5.9E-08 a 8.1E-08	±75%	1.2E-08 a 8.1E-08	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
	Total ponderado	Fugitivas	1.5E-04 a 3.5E-04	-40 a +250%	1.2E-05 a 2.8E-05	-40 a +250%	1.4E-04 a 3.2E-04	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
		Quema de gases fugitivos	2.0E-06 a 2.8E-06	±75%	3.0E-03 a 4.1E-03	±75%	1.6E-06 a 2.2E-06	±75%	3.3E-08 a 4.5E-08	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
		Ventilación	NA	NA	4.0E-02 a 9.5E-02	-10 a +1000%	NA	NA	NA	NA	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas
	Transmisión y almacenamiento de gas	Transmisión	Fugitivas	16.6E-05 a 1.1E-03	-40 a +250%	8.8E-07 a 2.0E-06	-40 a +250%	7.0E-06 a 1.6E-05	-40 a +250%	NA	NA
Ventilación			4.4E-05 a 7.4E-04	-40 a +250%	3.1E-06 a 7.3E-06	-40 a +250%	4.6E-06 a 1.1E-05	-40 a +250%	NA	NA	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas comerciable

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Transmisión y almacenamiento de gas	Almacenamiento	Todas	2.5E-05 a 5.8E-05	-20 a +500%	1.1E-07 a 2.6E-07	-20 a +500%	3.6E-07 a 8.3E-07	-20 a +500%	ND	ND	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas comerciable
Distribución de gas	Todas	Todas	1.1E-03 a 2.5E-03	-20 a +500%	5.1E-05 a 1.4E-04	-20 a +500%	1.6E-05 a 3.6E-5	-20 a +500%	ND	ND	Gg por 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de ventas del distribuidor
Transporte de líquidos de gas natural	Condensado	Todas	1.10E-04	-50 a +200%	7.20E-06	-50 a +200%	1.10E-03	-50 a +200%	ND	ND	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de condensados
	Gas licuado de petróleo	Todas	NA	NA	4.30E-04	±100%	ND	ND	2.20E-09	-10 a +1000%	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de gas LP
	Gas natural licuado	Todas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> de gas comerciable
Producción de petróleo	Petróleo convencional	Fugitivas (Terrestres)	1.5E-06 a 6.0E-02	-12.5 a +800%	1.1E-07 a 4.3E-03	-12.5 a +800%	1.8E-06 a 7.5E-02	-12.5 a +800%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo convencional
		Fugitivas (Marítimas)	5.90E-07	-12.5 a +800%	4.30E-08	-12.5 a +800%	7.40E-07	-12.5 a +800%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo convencional

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Producción de petróleo	Petróleo convencional	Ventilación	7.2E-04 a 9.9E-04	±75%	9.5E-05 a 1.3E-04	±75%	4.3E-04 a 5.9E-04	±75%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo convencional
		Quema de gases fugitivos	2.5E-05 a 3.4E-05	±75%	4.1E-02 a 5.6E-02	±75%	2.1E-05 a 2.9E-05	±75%	6.4E-07 a 8.8E-07	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo convencional
	Petróleo pesado / Alquitrán frío	Fugitivas	7.9E-03 a 1.3E-01	-12.5 a +800%	5.4E-04 a 9.0E-03	-12.5 a +800%	2.9E-03 a 4.8E-02	-12.5 a +800%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo pesado
		Ventilación	1.7E-02 a 2.3E-02	-67 a +150%	5.3E-03 a 7.3E-03	-67 a +150%	2.7E-03 a 3.7E-03	-67 a +150%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo pesado
		Quema de gases fugitivos	1.4E-04 a 1.9E-04	-67 a +150%	2.2E-02 a 3.0E-02	-67 a +150%	1.1E-05 a 1.5E-05	-67 a +150%	4.6E-07 a 6.3E-07	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de petróleo pesado
	Producción termal de petróleo	Fugitivas	1.8E-04 a 3.0E-03	-12.5 a +800%	2.9E-05 a 4.8E-04	-12.5 a +800%	2.3E-04 a 3.8E-03	-12.5 a +800%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción alquitrán termal
		Ventilación	3.5E-03 a 4.8E-03	-67 a +150%	2.2E-04 a 3.0E-04	-67 a +150%	8.7E-04 a 1.2E-03	-67 a +150%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción alquitrán termal

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH4		CO2		COV		N2O		Unidades de medida	
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)		
Producción de petróleo	Producción termal de petróleo	Quema de gases fugitivos	1.6E-05 a 2.2E-05	-67 a +150%	2.7E-02 a 3.7E-02	-67 a +150%	1.3E-05 a 1.8E-05	-67 a +150%	2.4E-07 a 3.3E-07	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción alquitrán termal	
	Crudo sintético (de arenas bituminosas)	Todas	2.3E-03 a 3.8E-02	-67 a +150%	ND	ND	9.0E-04 a 1.5E-02	-67 a +150%	ND	ND	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de crudo sintético (de arenas bituminosas)	
	Crudo sintético	Todas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción de crudo sintético	
	Total ponderado	Fugitivas		2.2E-03 a 3.7E-02	-12.5 a +800%	2.8E-04 a 4.7E-03	-12.5 a +800%	3.1E-03 a 5.2E-02	-12.5 a +800%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
		Ventilación		8.7E-03 a 1.2E-02	±75%	1.8E-03 a 2.5E-03	±75%	1.6E-03 a 2.2E-03	±75%	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo
		Quema de gases fugitivos		2.1E-05 a 2.9E-05	±75%	3.4E-02 a 4.7E-02	±75%	1.7E-05 a 2.3	±75	5.4E-07 a 7.4E-07	-10 a +1000%	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producción total de petróleo

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Enriquecimiento de petróleo	Todas	Todas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de petróleo enriquecido
Transporte de petróleo	Oleoductos	Todas	5.40E-06	-50 a +200%	4.90E-07	-50 a +200%	5.40E-05	-50 a +200%	NA	NA	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de petróleo transportado por oleoducto
	Camiones de transporte	Venting	2.50E-05	-50 a +200%	2.30E-06	-50 a +200%	2.50E-04	-50 a +200%	NA	NA	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de petróleo transportado por camión
	Carga de producción marítima en buques	Venting	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de petróleo transportado por camión
Refinación de petróleo	Todas	Todas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Gg per 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de petróleo refinado
Distribución de productos refinados	Gasolina	Todas	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producto transportado
	Diesel	Todas	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producto transportado

## Factores de emisiones fugitivas de GEI, por segmento de actividad del sector energético (Continuación)

Tabla 2 -Factores de emisiones fugitivas estándar (incluyendo ventilación y quema de gases fugitivos) derivados de operaciones en gas y petróleo											
Categoría	Sub-categoría	Concepto	CH <sub>4</sub>		CO <sub>2</sub>		COV		N <sub>2</sub> O		Unidades de medida
			Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	Valor	Incertidumbre (% del valor)	
Distribución de productos refinados	Gasolina de aviación	Todas	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producto transportado
	Turbosina	Todas	NA	NA	NA	NA	ND	ND	NA	NA	Gg por 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> de producto transportado
Minería de carbón	Minería subterránea	Todas	18	-44 a +39%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> por tonelada de carbón
	Emisión post-extracción - subterránea	Todas	2.5	-64 a +60%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> por tonelada de carbón
Minería de carbón	Minería en superficie	Todas	1.2	-75 a +67%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> por tonelada de carbón
	Emisiones post-extracción - superficie	Todas	0.1	±100%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> por tonelada de carbón

ND: No determinado

NA: No aplica

FUENTE: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

## Factores de conversión a CO<sub>2</sub>e para gases de efecto invernadero seleccionados

Tabla 3 - Potencial de calentamiento global de diferentes gases de efecto invernadero				
Gas		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Horizonte de tiempo	20 años	1	56	280
	100 años	1	21	310
	500 años	1	6.5	170

FUENTE: United Nations Convention Framework on Climate Change