

Materiales de Formación del GCE

Inventarios Nacionales de Gases de Efecto

Invernadero

Sector de la Energía – Quema de Combustibles

Versión 2, abril de 2012



Grupo Consultivo de Expertos (GCE)

Materiales de formación para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Público objetivo y finalidad de los materiales de formación

- Estos materiales de formación son adecuados para personas con unos conocimientos **básicos** a **intermedios** sobre la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).
- Tras ver esta presentación y leer la documentación relacionada con la misma, el lector debería:
 - a) Adquirir una **perspectiva general** sobre la forma en que se desarrollan los inventarios de emisiones para el sector de la energía (quema de combustibles);
 - b) Adquirir **conocimientos generales** sobre los métodos disponibles, así como las principales dificultades que se plantean en este ámbito en concreto;
 - c) Ser capaz de **determinar qué métodos** se adaptan mejor a las necesidades de su país;
 - d) Saber dónde **consultar información más detallada** sobre los temas tratados.
- Estos materiales **se han elaborado principalmente sobre la base de las metodologías desarrolladas por el IPCC**; por tanto, **se anima al lector a consultar los documentos originales** para obtener información adicional más detallada sobre un aspecto en concreto.



Acrónimos

- **BDFE** Base de Datos de Factores de Emisión del IPCC
- **OBP** Orientación sobre buenas prácticas
- **PCA** Potencial de calentamiento atmosférico
- **AIE** Agencia Internacional de Energía



- **Quema de Combustibles**
 - Referencias (diapositiva 7)
 - Pasos básicos para la estimación de emisiones (diapositiva 23)
 - Relación con otras fuentes y sectores (diapositiva 41)
 - Control de calidad y exhaustividad (diapositiva 43)



- **Emisiones fugitivas**
 - Introducción
 - Extracción y manipulación del carbón
 - Sistemas de petróleo y gas natural
 - Problemas relacionadas con los datos
 - Referencias



Sondeo de los participantes...

- ¿Quién ha elaborado un inventario nacional para su país?
- ¿Quién ha trabajado en el sector de la energía?

Por favor, comparta...

- los problemas con los que se ha enfrentado a la hora de preparar estimaciones para el sector de la energía
- sus proyectos de mejora del inventario para el futuro.

- **CMNUCC** (decisiones de la Conferencia de las Partes, directrices sobre presentación de informes, etc.)
- **IPCC:**
 - Directrices del IPCC revisadas en 1996 para la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero
 - Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
 - Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
 - Base de Datos de Factores de Emisión del IPCC (EFDB)
 - Informes de Evaluación del Grupo de Trabajo I del IPCC
 - Utilice los valores del antiguo Segundo Informe de Evaluación para el potencial de calentamiento atmosférico (PCA)
- **Agencia Internacional de Energía (AIE)**



- Los métodos fundamentales se establecieron en la **versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC**
- **La Orientación sobre buenas prácticas del IPCC** aclara algunas cuestiones (p. ej. la de los combustibles de *bunkers* internacionales) y proporciona algunos factores actualizados...
- ...pero no introduce cambios importantes sobre la quema de combustibles.
- Las Directrices del IPCC de 2006 proporcionan información nueva sobre los usos no energéticos, el nuevo método de Nivel 2 para las emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo, orientaciones sobre minas de carbón abandonadas, etc.

- **Evaluación del nivel** basada en la cuota de emisiones nacionales totales para cada categoría de fuente.

EQUATION 7.1

Source Category Level Assessment = Source Category Estimate / Total Estimate

$$L_{x,t} = E_{x,t} / E_t$$

- **Evaluación de las tendencias** basándose en la contribución de las categorías a los cambios en las tendencias de las emisiones.

EQUATION 7.2²

Source Category Trend Assessment = (Source Category Level Assessment)

• | (Source Category Trend – Total Trend) |

$$T_{x,t} = L_{x,t} \bullet | \{ [(E_{x,t} - E_{x,0}) / E_{x,t}] - [(E_t - E_0) / E_t] \} |$$

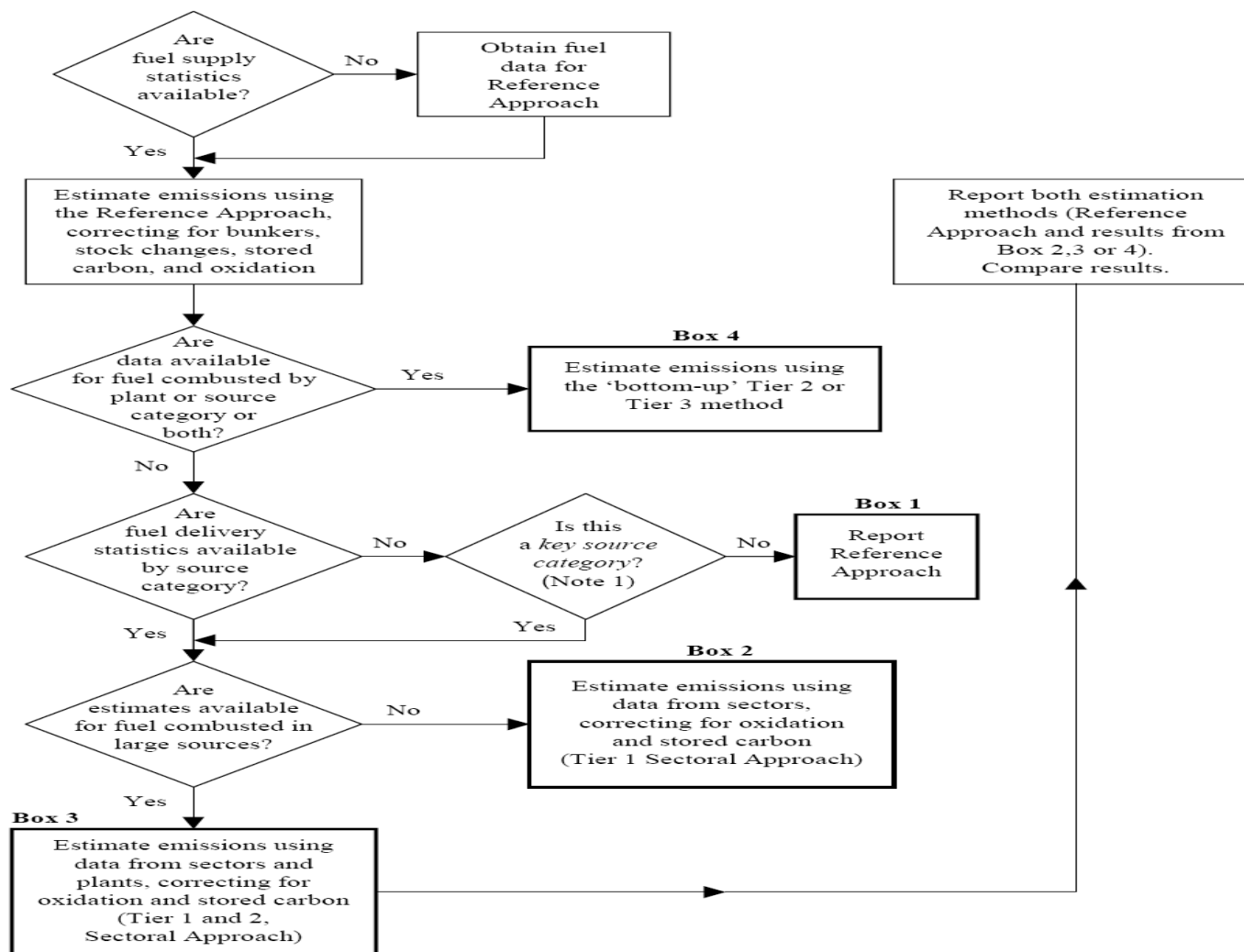
- **Criterios cualitativos**

- La idea de las **categorías esenciales se basa en una medición** de las fuentes que contribuyen a la incertidumbre en este inventario.
- **Prácticamente todas las categorías de fuentes** del sector de la energía serán categorías de fuentes esenciales.
- El análisis será tan efectivo como los datos sobre las emisiones originales.
- Probablemente ya conozca sus categorías esenciales.

- **Industrias energéticas**
 - Extracción, producción y transformación
 - Generación de electricidad, refinado de petróleo
 - Autoproducción de electricidad
- **Industrias manufactureras y de la construcción**
 - Producción de hierro y acero
 - Producción de metales no ferrosos
 - Elaboración de productos químicos
 - Pulpa, papel e imprenta
 - Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco
- **Comercial/institucional**
- **Residencial**
- **Agricultura/silvicultura/pesca**

Ejemplo de árbol de decisiones

Figure 2.1 Decision Tree for Selecting the Method for Estimation of CO₂ Emissions from Stationary Combustion



BOX 3 AUTOPRODUCERS

An autoproducer of electricity or heat is an enterprise which generates electricity or sells heat as a secondary activity, i.e., not as its main business. This should be contrasted with main power producers who generate electricity or who sell heat as their main business (primary activity) and may be publicly or privately owned. Supplies from main power producers are referred to as "Public" electricity and heat supply although an increasing part of public supply is being met by autoproducers.

Fuente: Versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios sobre gases de efecto invernadero, Manual de Referencia - Volumen 3, p. 1,32.

- **Aviación civil**
- **Transporte por carretera**
 - Automóviles
 - Camiones para servicio ligero
 - Camiones para servicio pesado
 - Motocicletas
- **Transporte ferroviario**
- **Navegación**
- **Los informes sobre combustibles para *bunkers* internacionales se presentan por separado.**

- La metodología del cálculo se basa en el **balance de masas**.
- La **oxidación** del carbono contenido en los combustibles tiene lugar durante la **combustión**.
- En condiciones de combustión óptimas, el contenido total de carbono de los combustibles se transformaría en CO₂.
- Los **procesos de combustión reales** producen pequeñas cantidades de carbono parcialmente oxidado y parcialmente no oxidado.

- **La mayor parte del carbono es liberado de forma inmediata como CO₂.**
- **Una pequeña fracción se libera como gases distintos del CO₂:**
 - CH₄, CO, compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)
 - En último lugar, se oxida como CO₂ en la atmósfera
 - Se integran en el cálculo general de las emisiones del CO₂
 - Cada átomo de carbono tiene dos ciclos de vida atmosféricos
- **La parte restante del carbono del combustible queda sin quemar:**
 - Se asume que queda en forma sólida (ceniza y hollín)
 - Se contabiliza mediante factores de oxidación.

- **Gases de efecto invernadero directo:**
 - Metano (CH₄)
 - Óxido Nitroso (N₂O)
- **Precursores y SO₂:**
 - Óxidos de nitrógeno (NO_x)
 - Monóxido de carbono (CO)
 - Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)
 - Dióxido de azufre (SO₂).

Las emisiones de gases distintos del CO₂ requieren información detallada sobre el proceso

- Condiciones de combustión
- Tamaño y antigüedad de la tecnología de combustión
- Mantenimiento
- Funcionamiento
- Controles de emisiones
- Características del combustible.



- Las emisiones son una **función**:
 - del contenido de carbono del combustible
 - de los hidrocarburos que pasan por el motor sin ser quemados
 - del tipo de motor
 - de los controles posteriores a la combustión.
- Depende de la temperatura de la caldera/horno/estufa.
- Las mayores tasas de emisión se producen en aplicaciones residenciales (p. ej. pequeñas estufas, quemas de biomasa a cielo abierto, producción de carbón vegetal).

Óxido Nitroso (N₂O)

- Las temperaturas inferiores de combustión tienden a producir mayores emisiones de N₂O.
- Los controles de emisiones (catalizadores) de los vehículos pueden aumentar la tasa de generación de N₂O, en función de:
 - los modos de conducción (esto es, número de arranques en frío)
 - tipo y antigüedad del catalizador.
- Se observan emisiones significativas para los países con una gran presencia de vehículos con catalizadores:

<http://unfccc.int/resource/docs/2004/sbsta/inf03.pdf>



- **Método de Referencia (Nivel 1):**

- Estimaciones basadas en el balance energético nacional (producción + importaciones - exportaciones) por tipo de combustible sin información sobre las actividades
- Se realizan rápidamente si está disponible la hoja de balance energético básico
- Es una forma de comparar las estimaciones de CO₂ con el Método Sectorial.

- **Método Sectorial (Nivel 1):**

- Estimaciones basadas en los datos sobre consumo de combustible por actividad sectorial.

- **Métodos ascendentes (Nivel 2 o 3):**

- Se requieren datos más detallados sobre la actividad y los combustibles.

$$\begin{aligned} & \text{carbon emissions} \\ & = \\ & \sum \text{fuel consumption expressed in energy units (TJ) for each sector} \\ & \quad \times \text{carbon emission factor} \\ & \quad - \text{carbon stored} \\ & \quad \times \text{fraction oxidised} \end{aligned}$$

Fuente: Versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios sobre gases de efecto invernadero, Manual de Referencia - Volumen 3, p. 1,30.

Seis pasos básicos para la estimación del CO₂

1. Recopilación de datos sobre consumo de combustible.
2. Conversión de los datos de combustibles a una unidad energética común.
3. Selección de factores de contenido de carbono para cada combustible fósil/tipo de producto y cálculo del contenido total de carbono de los combustibles consumidos.
4. Sustracción de la cantidad de carbono almacenado en los productos durante largos periodos de tiempo.
5. Multiplicación por un factor de oxidación.
6. Conversión del carbono a peso molecular total del CO₂ y suma de los totales de todos los combustibles.



Paso 1. Recopilación de datos sobre el consumo

- **Método de Referencia**
 - Estimación del consumo aparente de combustibles dentro del país.
- **Método Sectorial**
 - Recopilación de estadísticas reales sobre consumo por tipo de combustible y sector económico.
- **Niveles 2 o 3**
 - Recopilación de estadísticas reales sobre consumo por tipo de combustible, sector económico y tipo de tecnología de combustión.



Paso 1. Recopilación de datos sobre consumo - Problemas en la recopilación de datos

- El **Método Sectorial** del IPCC puede utilizarse incluso si los datos sobre energía no se recopilan utilizando las mismas categorías sectoriales:
 - Debe prestarse especial atención a la **exhaustividad** y deben usarse **datos aproximados** y **opiniones** de expertos para asignar los datos a los distintos subsectores.
- No se necesitan **datos sobre combustión de biomasa** para las estimaciones de CO₂, pero se indican a título informativo.
- El **uso de los combustibles en el sector no formal** es un problema importante si no se incluye en las estadísticas energéticas:
 - El uso del queroseno doméstico puede calcularse aproximadamente basándose en opiniones de expertos o datos aproximados.



Paso 2. Unidad común de energía

- Conversión de:
 - datos de combustibles a una unidad energética común.
 - producción y consumo de combustibles sólidos y líquidos a toneladas
 - combustibles gaseosos a metros cúbicos
 - unidades originales a unidades energéticas utilizando valores caloríficos (esto es, poderes caloríficos.)
- Método de Referencia: se utilizan diferentes valores caloríficos para la producción, las importaciones y las exportaciones.
- Debe indicarse qué valores caloríficos se han utilizado.



Gas natural

- Depende de la composición (metano, etano, propano, butano e hidrocarburos más pesados)
- El gas natural quemado en el sitio de producción normalmente será húmedo: su factor de contenido de carbono será diferente
- Rango típico: 15 a 17 toneladas C/TJ.

Petróleo

- Menor contenido de carbono para los productos refinados ligeros del petróleo, como la gasolina
- Mayor para los productos más pesados como el fuelóleo residual
- Rango típico para el petróleo crudo: 20 toneladas C/TJ.

Carbón

- Depende del tipo de carbono y la composición de hidrógeno, azufre, ceniza, oxígeno y nitrógeno
- Rango típico: de 25 a 28 toneladas C/TJ.

Paso 4. Sustracción de los usos no energéticos

- **Refinerías de petróleo:** asfalto y alquitrán para la construcción de carreteras, naftas, lubricantes y plásticos
 - **Gas Natural:** para producción de amoniaco
 - **Gas Licuado de Petróleo (GLP):** solventes y caucho sintético
 - **Coquización:** industria de los metales.
-
- Deben utilizarse, en la medida de lo posible, **datos específicos de cada país** en lugar de los factores de almacenamiento de carbono por defecto del IPCC.

$$\begin{aligned} \text{Total Carbon Stored (Gg C)} = & \\ & \text{Non-Energy Use (10}^3 \text{ t)} \\ & \times \text{Conversion Factor (TJ/10}^3 \text{ t)} \\ & \times \text{Emission Factor (t C/TJ)} \\ & \times \text{Fraction Carbon Stored} \\ & \times 10^{-3} \end{aligned}$$

Fuente: Versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios sobre gases de efecto invernadero, Manual de Referencia - Volumen 3, p. 1.26.



Paso 5. Multiplicación por un factor de oxidación

- Multiplicación por un factor de oxidación para contabilizar la pequeña fracción de carbono no oxidado que permanece en la ceniza o el hollín.
- La cantidad del carbono que permanece sin oxidar debería ser baja para la combustión del petróleo y el gas natural...
- ...pero puede ser mayor y más variable para la combustión del carbón.
- Cuando no se disponga de factores de oxidación nacionales, deben utilizarse los factores por defecto del IPCC.

Coal ^(a)	0.98
Oil and Oil Products	0.99
Gas	0.995
Peat for electricity generation ^(b)	0.99
(a) This figure is a global average but varies for different types of coal, and can be as low as 0.91.	
(b) The fraction for peat used in households may be much lower.	



Gas natural

- Menos del 1 % queda sin quemar
- Permanecerá como hollín en el quemador, chimenea o ambiente
- El factor de oxidación por defecto del IPCC = 99,5 %
- Es superior en el caso de quema en antorcha en la industria del gas y del petróleo
- Próximo al 100 % para las turbinas eficientes.

Petróleo

- 1.5 ± 1 por ciento queda sin quemar
- El factor de oxidación por defecto del IPCC = 99%
- Investigaciones recientes han mostrado un 100 % en los automóviles.

Carbón

- Entre un 0,6 % y un 6,6 % no quemado
- Principalmente en forma de ceniza de fondo de horno y cenizas volantes
- El factor de oxidación por defecto del IPCC = 98 %.

Biomasa

- Puede variar en gran medida, especialmente para combustión a cielo abierto
- Para sistemas cerrados de combustión (p. ej. caldera), varía entre el 1 % y el 10 %
- No existe valor por defecto del IPCC.

Paso 6. Conversión del peso molecular total y suma

- Conversión al peso molecular total de CO₂ y suma los de todos los combustibles.
- Para expresar los resultados como dióxido de carbono (CO₂), debe multiplicarse la cantidad de carbono oxidado por la relación entre los pesos moleculares del CO₂ y el C (es decir, 44/12).



Paso 6. (Cont.) - Combustibles de *bunkers* internacionales

- Las emisiones de CO₂ procedentes del combustible usado en navegación o aviación para el transporte internacional no se deben incluir en el total nacional.
- Las cantidades de combustible distribuidas y consumidas por *bunkers* internacionales se deben restar de la provisión de combustible del país.
- Las emisiones de combustible de *bunkers* se deben mencionar en una tabla separada como una partida informativa.
- Véanse los **árboles de decisión del IPCC** sobre la asignación de las emisiones sobre transporte marítimo y aéreo.



- Las emisiones de CO₂ procedentes de los combustibles para biomasa **no deberían incluirse en los totales de emisión nacionales de la quema de combustibles.**
- **Se debe incluir en los informes únicamente información sobre...**
 - madera para calefacción doméstica
 - etanol y biodiésel para transporte.
- Incluir los **combustibles mixtos** (p. ej. mezclas de etanol).
- Las **emisiones netas de CO₂ se contabilizan de forma implícita en el sector de UTCUTS**
- Sin embargo, las emisiones de gases distintos del CO₂ procedentes de la quema de biomasa **se deben** incluir y notificar dentro del sector de la energía.

Nivel 1

- Multiplicación del combustible consumido por un factor de emisión medio:
 - No se requieren datos detallados sobre la actividad
 - Se basa en datos sobre el suministro de combustible ampliamente disponibles que suponen que se utiliza una tecnología de combustión media.

Niveles 2/3

- Se multiplica el combustible consumido por factores de emisión detallados por cada tipo de combustible y específicos para la tecnología:
 - Los métodos del **Nivel 2** utilizan datos desagregados de acuerdo con los tipos de tecnología
 - Los métodos del **Nivel 3** calculan las emisiones sobre la base de los tipos de actividad (km recorridos o toneladas t-km transportadas) y datos específicos de eficiencia o consumo de combustibles.

Deben utilizarse los factores de emisión más desagregados de que se disponga, por país y por tipo de tecnología.



Emisiones =

$$\Sigma(\text{Factor de emisión}_{abc} \cdot \text{Consumo de combustible}_{abc})$$

Donde,

a = tipo de combustible

b = actividad sectorial

c = tipo de tecnología, incluidos los controles de emisiones.

- **Los factores de emisión por defecto** para el **CH₄**, **N₂O**, **NO_x**, **CO** y **COVDM** por tipo de combustible y tecnología principal se indican en las Directrices del IPCC.
- **Muy importante:** las emisiones de **CH₄** procedentes de la quema a cielo abierto y la combustión de biomasa.

En especial, en la producción de **carbón vegetal** es bastante probable que se produzcan emisiones de metano en tasas superiores en varios órdenes de magnitud a las de otros procesos de combustión.

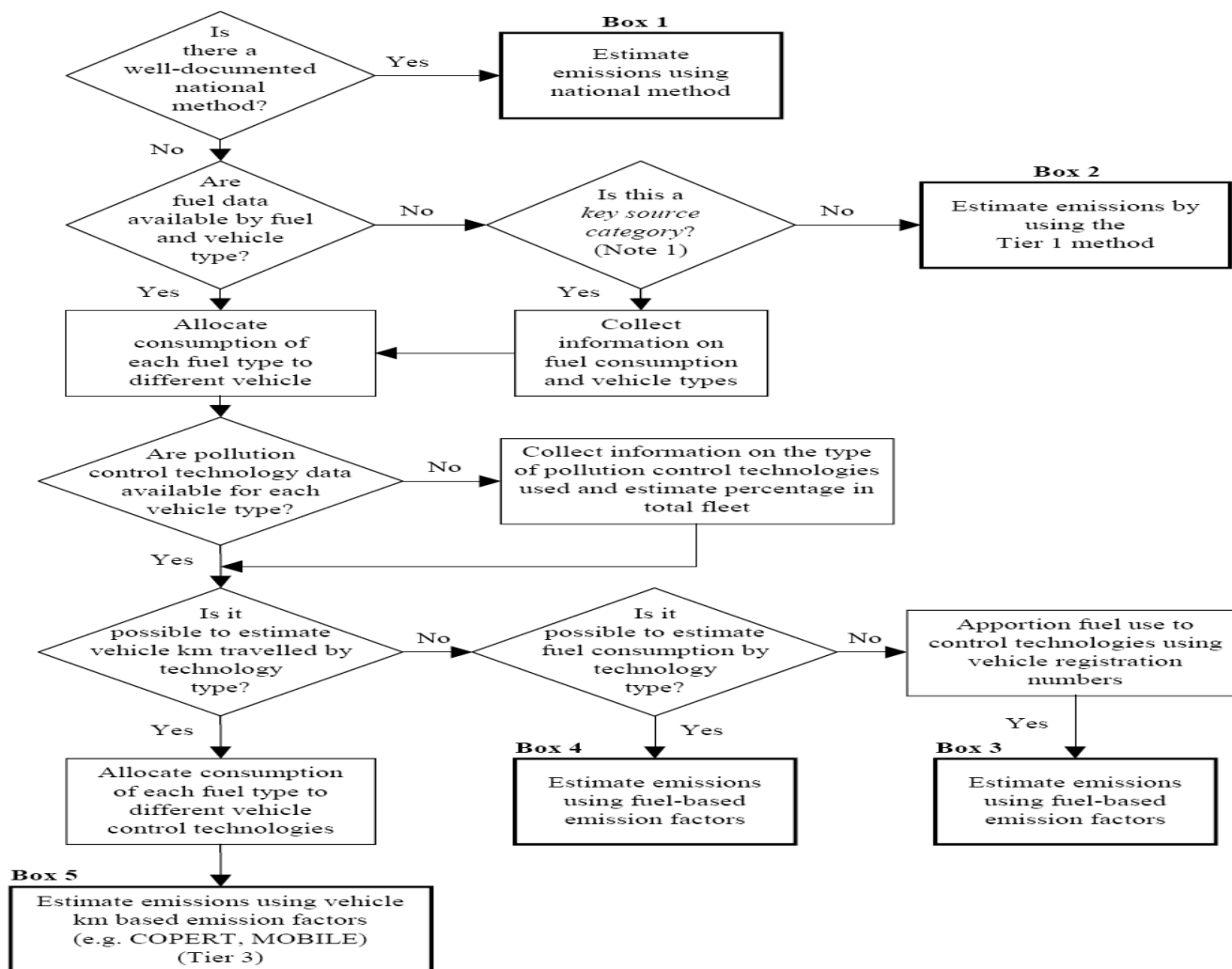
- Principales actividades de transporte (terrestre, aéreo, ferroviario y marítimo).
- **Muy importante:** las emisiones de N_2O procedentes del transporte terrestre están influidas por el tipo de tecnologías de control de las emisiones.
- Las Partes no pertenecientes al Anexo I deberían centrar sus esfuerzos en recopilar datos sobre la cantidad de vehículos con equipamiento de control catalítico de emisiones que funcionan en su país.

Datos de actividad de transporte terrestre:

- Debe asumirse que la mayor parte de la gasolina para motores se utiliza en el transporte
- Coteje los datos con la contabilización de los equipos o los datos sobre ventas/importaciones/exportaciones
- Base sus hipótesis acerca del tipo de vehículo y la tecnología de control de las emisiones en los datos de antigüedad del vehículo (esto es, año de venta del modelo) y nivel de actividad supuesto (es decir, vehículo-km-recorridos/vehículo)
- Deben tenerse en cuenta las normas sobre emisiones nacionales, la prevalencia de la gasolina con plomo y la conformidad con las normas.

Ejemplo de árbol de decisiones

Figure 2.5 Decision Tree for CH₄ and N₂O Emissions from Road Vehicles



Sector de los procesos industriales:

- Los datos sobre las materias primas de combustibles fósiles para usos no energéticos, si están disponibles, pueden no ser fiables.
- Las materias primas petroquímicas pueden utilizarse en realidad para producir energía
- El carbón adquirido por la industria de hierro y acero puede utilizarse para producir coque
- Debe prestarse especial atención a la industria petroquímica y la producción de metal (p. ej. hierro y acero)
- Estimación conservadora: deben tenerse en cuenta los plásticos, asfalto y algunos lubricantes almacenados
- Sustracción del contenido de carbono de estos productos.

Sector de los desechos:

- La combustión de desechos para fines energéticos se incluye en el sector de la energía
- Incineración de plásticos.

Sector de UTCUTS:

- El carbono procedente de la biomasa se contabiliza de forma implícita.

Autoproducción de electricidad

Uso de combustible con fines militares

Fuentes móviles de la agricultura

- Todos los gases (**CO₂**, **CH₄** y **N₂O**)
- Todas las categorías de fuentes y subfuentes
- Se han incluido todos los territorios nacionales
- Combustibles de *bunkers* y operaciones militares
- Todas las centrales eléctricas alimentadas mediante combustibles fósiles
- Altos hornos y producción de coque
- Combustión de desechos con recuperación de energía
- Combustibles del mercado negro
- Uso de combustible no medido para transporte por tuberías mediante plantas de compresión.

- La incertidumbre relativa al contenido de carbono y los valores caloríficos de los combustibles está relacionada con la **variabilidad de la composición del combustible y la frecuencia de las mediciones reales**. Es probable que sea pequeña para todos los países.
- Para la mayoría de los países no pertenecientes al Anexo I, el factor dominante lo constituye la **incertidumbre de los datos de actividad**(es decir, los datos de consumos de combustible).
 - Los esfuerzos deberían concentrarse en la recopilación de datos sobre el consumo de combustibles
 - No es probable que los factores del contenido de carbono específicos de cada país mejoren las estimaciones de CO₂ de forma significativa.
- Es importante **documentar las causas probables de incertidumbre** y discutir los pasos que se han dado para reducir la incertidumbre.

Gracias

