

Materiales de formación del GCE

Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Sector de los procesos industriales

Versión 2, abril de 2012



Grupo Consultivo de Expertos (GCE)

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

Público destinatario y objetivo de los materiales de formación

- Estos materiales de formación son adecuados para personas con unos conocimientos entre **básicos** e **intermedios** sobre la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI)
- Tras leer esta presentación y la documentación relacionada, el lector debería:
 - a) tener una **perspectiva general** sobre la forma en que se elaboran los inventarios de emisiones para el sector de los procesos industriales;
 - b) haber adquirido **conocimientos generales** sobre las directrices de la CMNUCC y del IPCC;
 - c) ser capaz de **determinar qué métodos** se adaptan mejor a la situación de su país;
 - d) Saber dónde **encontrar información más detallada** sobre el tema en cuestión.
- Estos materiales de formación **se han elaborado principalmente a partir de metodologías desarrolladas por el IPCC**. Por tanto, **se anima al lector a consultar los documentos originales** para obtener información adicional más detallada sobre algún aspecto en concreto.



Siglas

- **NEU** Uso no energético
- **FE** Factor de emisión
- **BDFE** Base de datos de factores de emisión del IPCC
- **IEC** Información empresarial confidencial



Contenido del curso sobre procesos industriales

- Definiciones (diapositiva 5)
- Estrategias y pasos:
 - Directrices del IPCC revisadas en 1996 (diapositiva 7)
 - Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000) (diapositiva 29)
- Problemas en el uso de las Directrices, y recomendaciones (diapositiva 42)



- **Procesos físicos y químicos no relacionados con la energía** en actividades de producción conducentes a la transformación de materias primas y emisiones de gases de invernadero (GEI) (ej., reacciones de descomposición).
- **Usos no energéticos (NEU)** de materias primas en reacciones de proceso y procesos de etapas que no solo liberan calor sino que además actúan de forma predominante como agentes reductores (ej., coque metalúrgico en la fundición de minerales para la producción de metal).
- La **energía o calor** requeridos para iniciar o mantener la reacción química cinética y termodinámicamente **se contabilizan dentro del sector de la energía**.



- **Las materias primas enviadas a plantas petroquímicas y utilizadas para fabricar otros productos** y no para usos energéticos (ej., el uso de gas natural u otros combustibles fósiles en la fabricación de amoníaco).
- **Las emisiones vinculadas a la producción que NO se clasifican dentro del sector de procesos industriales sino dentro del sector de la energía** son los GEI emitidos en la quema de combustible de materias primas en actividades de producción para generar energía (generación de calor, electricidad o flujo de procesos).



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Distinguir las emisiones energéticas y no energéticas (fuente: Directrices del IPCC revisadas en 1996, vol. 3)

- **Producción de cemento:** apartado 2.3.1
- **Producción de cal:** apartado 2.4.1
- **Producción y uso de ceniza de sosa:** apartado 2.6.1
- **Producción de amoníaco:** apartados 2.8.1 y 2.8.2
- **Carburo de silicio:** apartado 2.11.1
- **Carburo de calcio:** apartado 2.11.2
- **Hierro y acero:** apartado 2.13.3.2
- **Ferroaleaciones:** apartado 2.13.4.1
- **Aluminio :** apartado 2.13.5.1



Distinción entre emisiones energéticas
y no energéticas en el sector de
procesos industriales

Demostración basada en las Directrices
del IPCC revisadas en 1996, vol. 3.



- Herramientas para la clasificación:
 - a) El **software de la CMNUCC para los inventarios nacionales de GEI de las Partes no incluidas en el Anexo I** (versión electrónica de las hojas de trabajo del IPCC)
 - b) **Base de datos de factores de emisión del IPCC (BDFE).**



Categorías y desagregación de las subfuentes:

Demostración a partir del software de la CMNUCC y la BDFE (Directrices del IPCC, versión revisada de 1996)



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Categorías relevantes de fuentes

- GEI del sector de procesos industriales:
 - (a) CO₂, CH₄, N₂O
 - (b) HFCs, PFCs, SF₆
 - (c) SO₂, CO, NO_x, COVDM.
- La **tabla «Long summary» del software de inventario de la CNUMCC** especifica todos los GEI relevantes para las distintas categorías de fuentes sobre las que hay que informar. Así, constituye una manera sencilla de identificar los GEI relevantes para las fuentes y subfuentes de los diversos sectores.



- Ecuación general:

$$\mathbf{TOTAL}_{ij} = \mathbf{DA}_j \times \mathbf{FE}_{ij}$$

a) donde:

- **TOTAL_{ij}** = emisiones de proceso (toneladas) de gas i, del sector industrial j;
- **AD_j** = cantidad de actividad o producción del material de proceso (datos de actividad) en el sector industrial j (toneladas/año);
- **EF_{ij}** = factor de emisión (FE) asociado al gas i, por unidad de actividad en el sector industrial j (tonelada/tonelada).



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Elección de métodos

- Para determinados procesos industriales, se presenta más de una metodología de estimación. Son las siguientes:
 - **método simplificado**, denominado de **nivel 1**
 - **Metodología más detallada**, denominada de **nivel 2**.



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Elección de métodos

- También se proporcionan diversas opciones para ciertos procesos industriales en el marco del nivel 1, como **nivel 1a, 1b, 1c**, basadas en la disponibilidad de datos y la adecuación de los métodos.
- En tales casos, el orden de preferencia para los métodos de nivel 1 es **1a > 1b > 1c**.
- **Se alienta la aplicación de métodos específicos para cada país, documentados y adecuadamente referenciados.**



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Niveles de ejemplo según las categorías de subfuentes

- **2B1: Producción de amoníaco (CO₂)**
 - Nivel 1a: DA referentes al consumo de gas natura (m³) y EF (kgC/m³)
 - Nivel 1b: DA referentes a la producción de amoníaco (toneladas) y FE (toneladas de CO₂/toneladas de NH₃)

- **2B4: Producción de carburo de calcio (CO₂)**
 - Nivel 1a: consumo de coque de petróleo (toneladas) y FE (toneladas de C/toneladas del tipo de coque);
 - Nivel 1b: producción de carburo.



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Niveles de ejemplo según las categorías de subfuentes

- **2C: Producción de metal (hierro y acero, Al, ferroaleaciones):**
 - **Nivel 1a:** consumo del agente reductor (toneladas) y FE (toneladas de C/toneladas de agente reductor);
 - **nivel 1b:** producción del metal (toneladas) y FE (toneladas de CO₂/toneladas de metal).



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Niveles de ejemplo según las categorías de subfuentes

- **PFC de la producción de aluminio:**
 - **Nivel 1a:** datos de emisiones directas de las plantas;
 - **Nivel 1b :** estimación basada en mediciones de las plantas y estimaciones empíricas;
 - **Nivel 1c :** basado la producción de aluminio (toneladas) y factores de emisión por defecto (kg/toneladas de Al);



Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Niveles de ejemplo según las categorías de subfuentes

- **2E: Fabricación de HCFC (emisión de HFC-23):**
 - a) **Nivel 1:** DA (producción total en toneladas) y FE por defecto (% de la producción total);
 - b) **Nivel 2 :** emisiones directas según mediciones específicas de cada planta usando métodos estándar.

- **2F: Consumo de sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (HFC, PFC y SF₆)**
 - a) **Nivel 1a y 1b :** emisiones potenciales;
 - b) **Nivel 2 :** emisiones reales.



- **Mediciones a nivel de las plantas o informes de emisiones directas con metodologías documentadas**
- Cuando no se disponga de mediciones directas, las estimaciones podrán basarse en cálculos con **datos específicos para cada planta.**

- **Si faltan datos de actividad** a nivel nacional, se usarán:
 - **conjuntos de datos internacionales** (conjuntos de datos de las Naciones Unidas y asociaciones industriales);
 - **bases de datos nacionales**, si están disponibles, de los ministerios gubernamentales correspondientes (p. ej., servicios estadísticos, agencias de protección medioambiental, etc.);
 - **estadísticas de producción estándar** de publicaciones estadísticas nacionales.
 - **Atención: puede haber discrepancias entre los datos de actividad** obtenidos de distintas fuentes.

Directrices del IPCC revisadas en 1996: método y pasos

Elección de los factores de emisión por defecto

- **EF basados en reacciones de proceso** (relaciones estequiométricas)
- **FE** basados en la producción
- **FE específicos de cada tecnología**
- **Mediciones a nivel de planta específicas del país/región donde se emiten los informes**
- **Base de datos de factores de emisión del IPCC (EFDB):** un resumen de FE basados en reacciones de proceso y en las tecnologías concretas



Ejemplo de uso de la base de datos de factores de emisión para el sector de procesos industriales

Directrices del IPCC, versión revisada de 1996: método y pasos

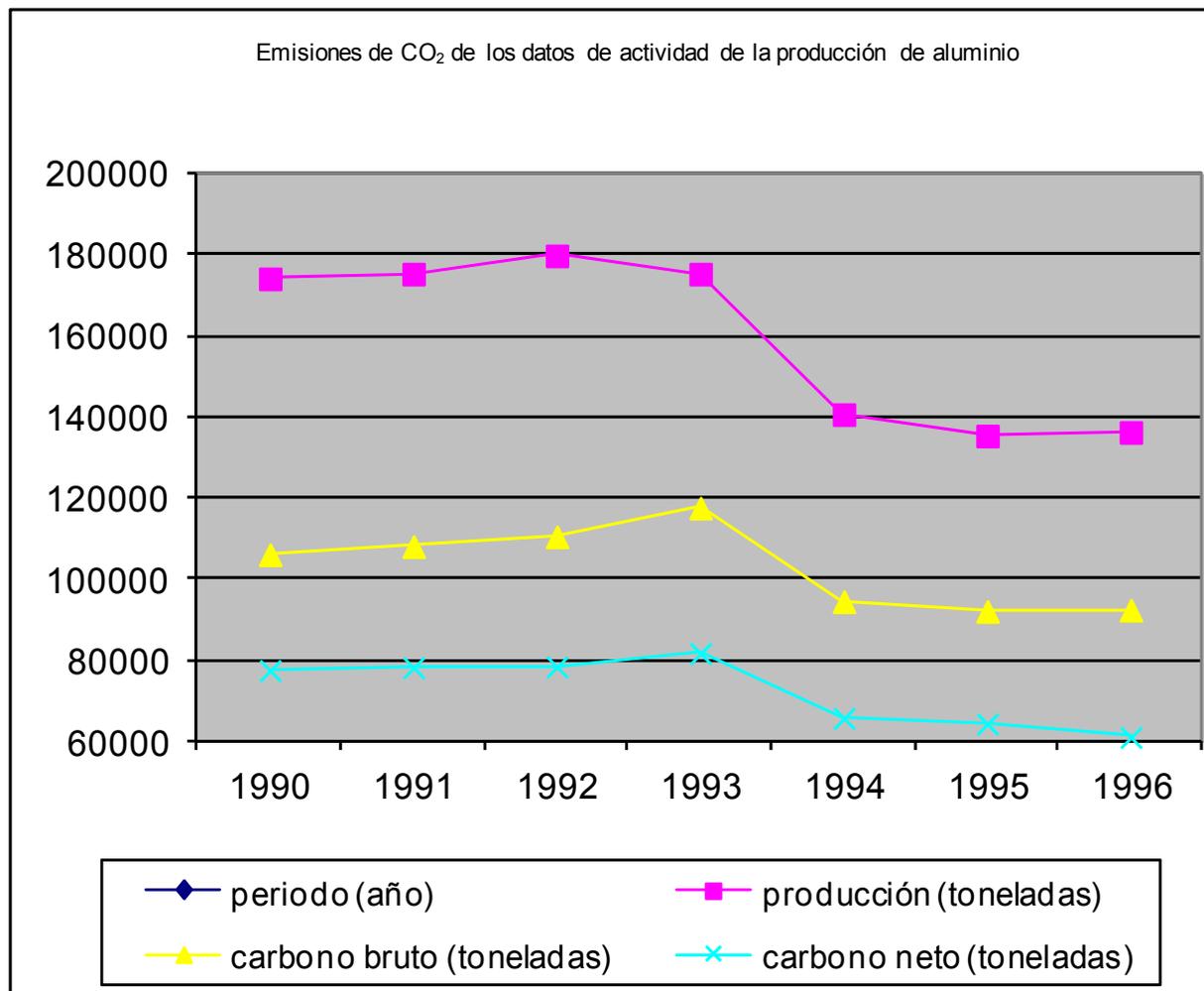


Comparabilidad de los FE por defecto del IPCC basados en cada tecnología y los FE a nivel de planta de la Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000):

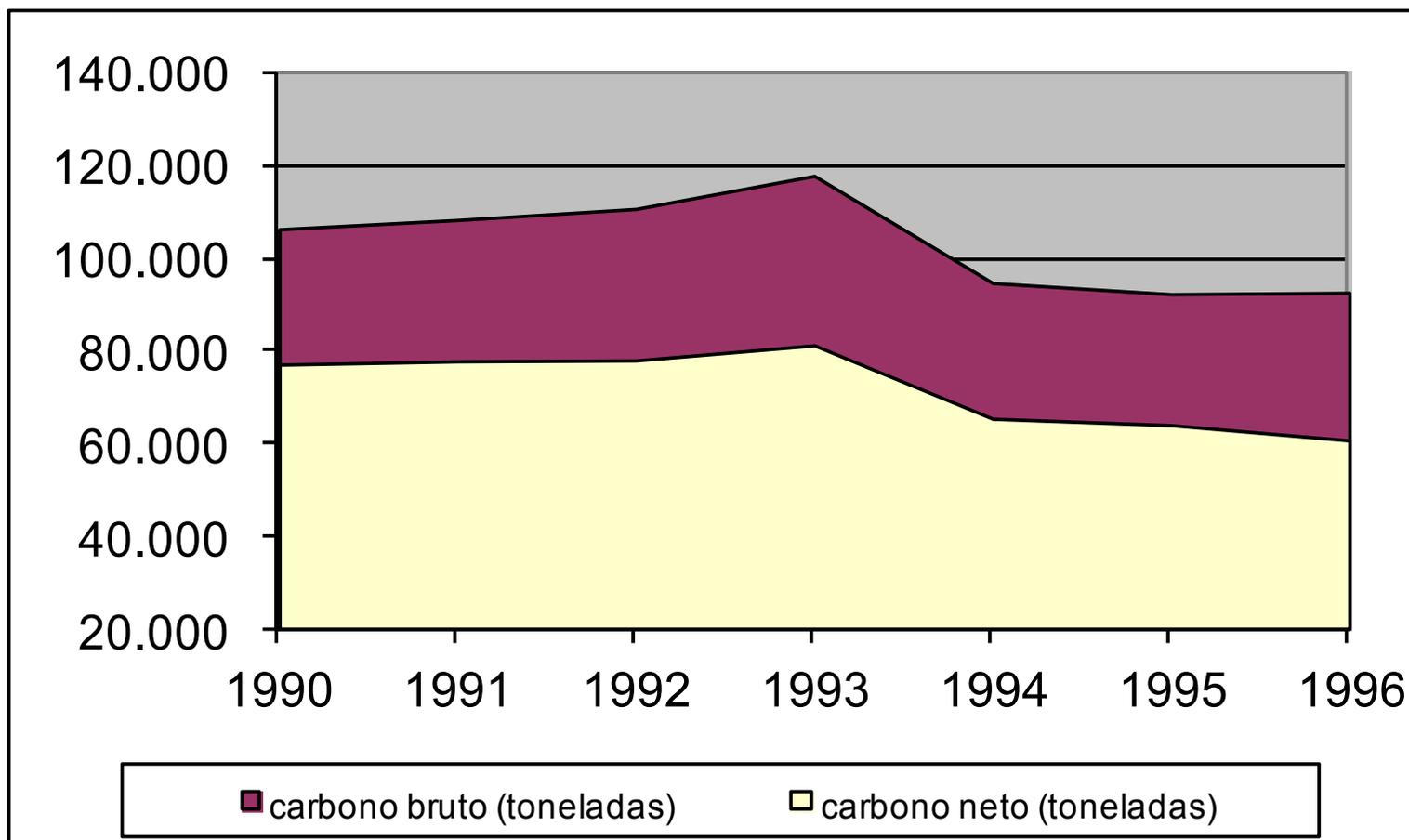
Caso: inventario de producción de aluminio en Ghana



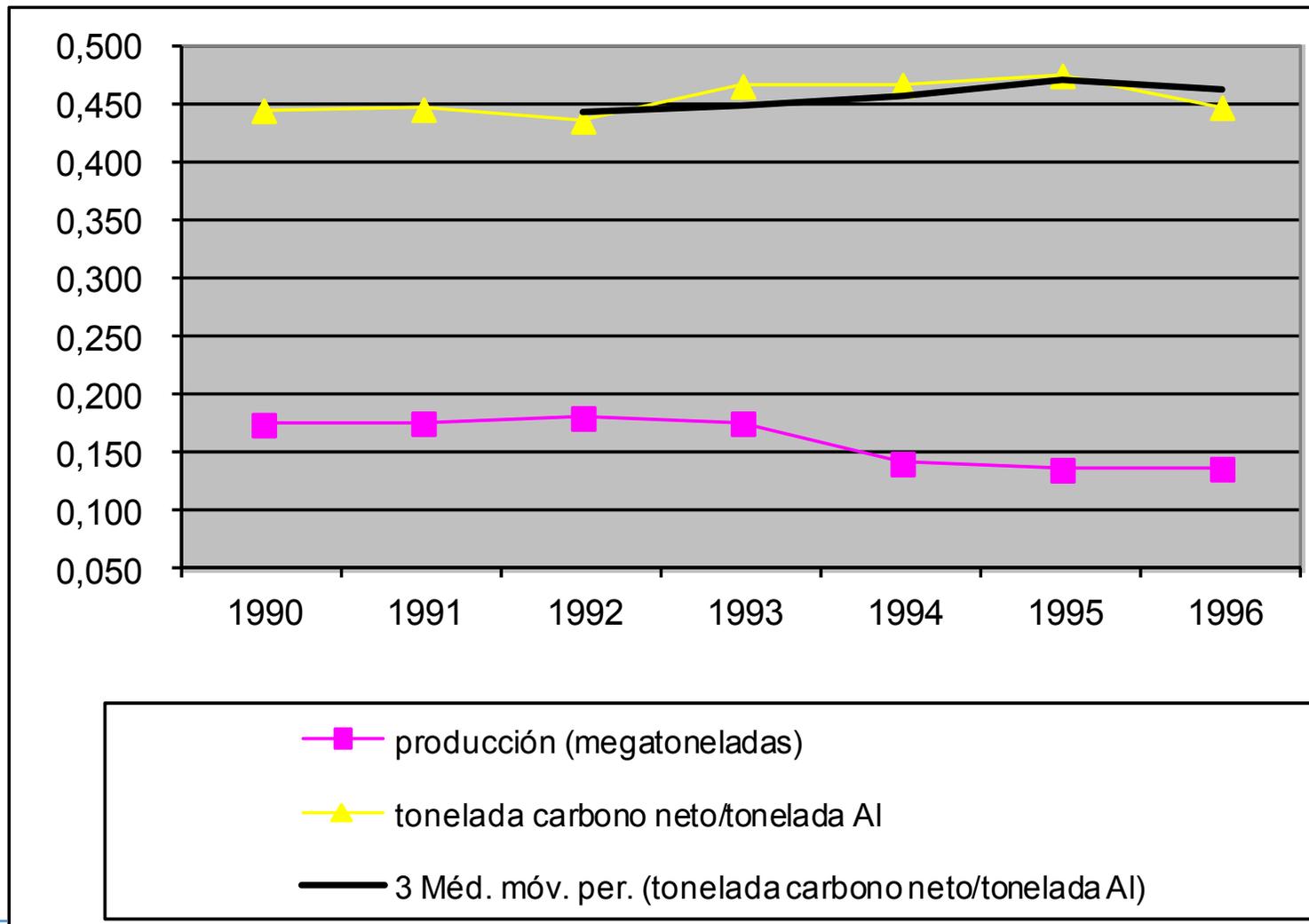
Buenas prácticas: datos de actividad FE a nivel de planta basados en método de nivel 1



Consumo de agente reductor Ánodo de carbono



Consumo de carbono neto



Grupo Consultivo de Expertos (GCE)

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

Comparabilidad de las Buenas prácticas A nivel de planta y valores por defecto del IPCC

Parámetro de proceso	Específico del país (nivel 2, a nivel de planta): media de 7 años	Valor por defecto del IPCC, incluyendo emisiones de cocción (5 %)
Consumo neto de carbono, suponiendo una pureza del 98 % del ánodo de carbono (<i>toneladas de C/tonelada</i>)	0.445	
Factor de emisión (<i>toneladas de CO₂/toneladas de Al</i>)	1.63	1.58
diferencia (%)	+3.5%	



Estimación e informes de emisiones

Uso del software de inventario de
GEI de la CMNUCC

**Directrices del IPCC, versión
revisada de 1996: método y pasos**



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 buenas prácticas (2000)]
Sector de los procesos industriales

Método y pasos



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas

Principios de buenas prácticas

- Elaborar inventarios de GEI que no subestimen ni sobrestimen las emisiones en la medida de lo posible, según los principios **TCECP**, a saber:
 - **T**: Transparencia
 - **C**: Coherencia a lo largo del tiempo
 - **C**: Exhaustividad
 - **C**: Comparabilidad
 - **A**: Precisión.



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000): método y pasos

Principios de buenas prácticas

- **Usar los recursos limitados de forma más eficiente** para las fuentes esenciales.
- **Reducir los niveles de incertidumbre.**
- **Mejorar los informes y la documentación.**
- **Aplicar garantías de calidad y control de calidad, y mejorar la transparencia.**



- **La Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000):**
 - identifica las potenciales categorías esenciales del sector de los procesos industriales;
 - proporciona análisis de árboles de decisión para las fuentes seleccionadas;
 - describe los métodos de buenas prácticas específicos de cada categoría de fuente para adaptar la versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC a las circunstancias concretas de cada país;



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000): método y pasos Elección de métodos (cont.)

- Define números de nivel para nombres alternativos de métodos (no numerados) descritos en las Directrices del IPCC de 1996
- Proporciona orientaciones sobre buenas prácticas en diferentes niveles de evaluación (para los niveles 1, 2 y 3) para las categorías de fuentes seleccionadas.



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000): método y pasos

Potenciales categorías esenciales

- **2A1:** Emisiones de CO₂ de la producción de cemento
- **2A2:** Emisiones de CO₂ de la producción de cal.
- **2C1:** Emisiones de CO₂ de la industria del hierro y el acero.
- **2B2 y 2B3:** Emisiones de N₂O de la producción de ácido adípico y ácido nítrico.
- **2C3:** Emisiones de PFC de la producción de aluminio.
- **2C4:** Emisiones de hexafluoruro de azufre (SF₆) de la producción de magnesio.
- **2E1:** Emisiones de HFC-23 de la fabricación de HCFC-22.



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000): estrategias y pasos Potenciales categorías esenciales (cont.)

- **2F(1-5)**: Emisiones de sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (sustitutos de HFC y PFC utilizados en refrigeración, aire acondicionado, fabricación de espumas, extintores de incendios, aerosoles, disolventes...).
- **2F7**: Emisiones de SF₆ de equipos eléctricos.
- **2F8**: Emisiones de SF₆ procedentes de otras fuentes de SF₆
- **2E3**: Emisiones de SF₆ procedentes de la producción de SF₆
- **2F6**: Emisiones de PFC, HFC, and SF₆ de la fabricación de semiconductores.



Árboles de decisión y criterios de selección de métodos y niveles estructurados



Orientación del IPCC sobre buenas prácticas (2000): método y pasos

Árboles de decisión y criterios de selección de métodos y niveles

2A1: Producción de cemento (CO₂)	Figura 3.1, pág. 3.11
2C1: Producción de hierro y acero (CO₂)	Figura 3.2, pág. 3.21
2B1 y 2B2: Ácido nítrico y ácido adípico (NO₂)	Figura 3.4, pág. 3.32
2C1: Producción de aluminio (PFC)	Figura 3.5, pág. 3.40
2C: Uso de SF₆ en la producción de magnesio (SF₆)	Figura 3.6, pág. 3.49
2E y 2F: Sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono	Figura 3.11, pág. 3.88



Figure 3.1 Decision Tree for Estimation of CO₂ Emissions from Cement Production

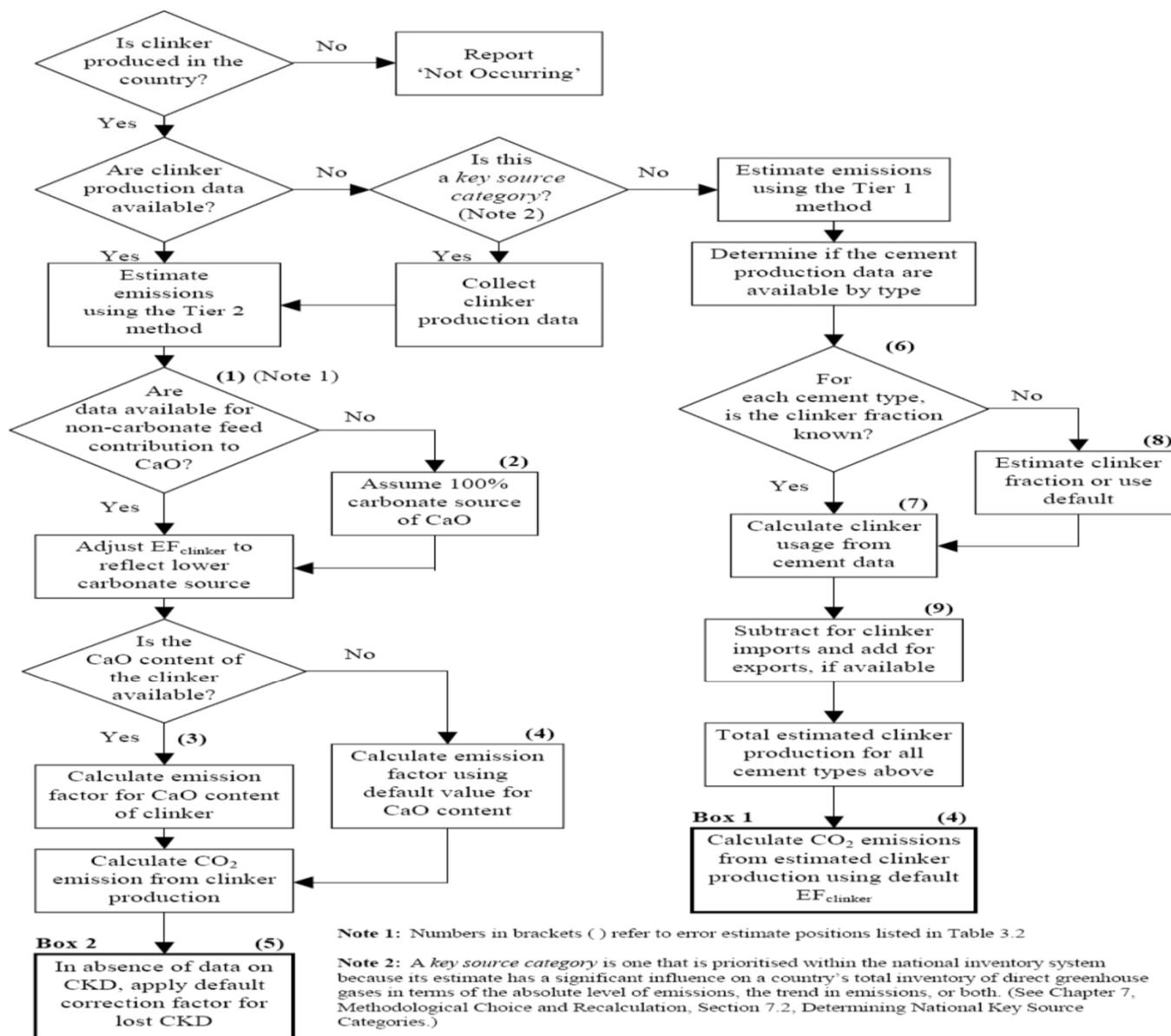


Figure 3.3 Decision Tree for the Iron and Steel Industry

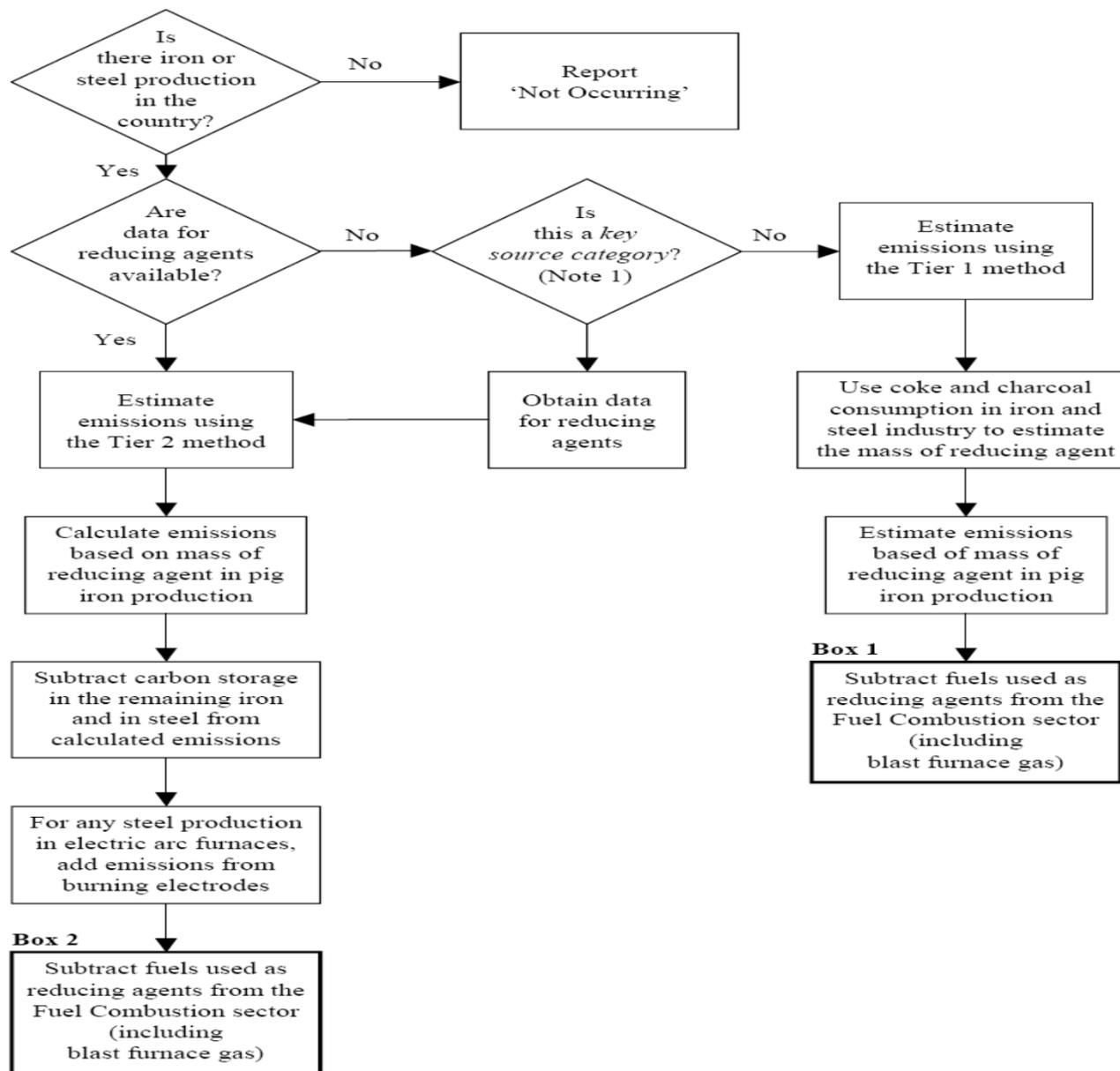
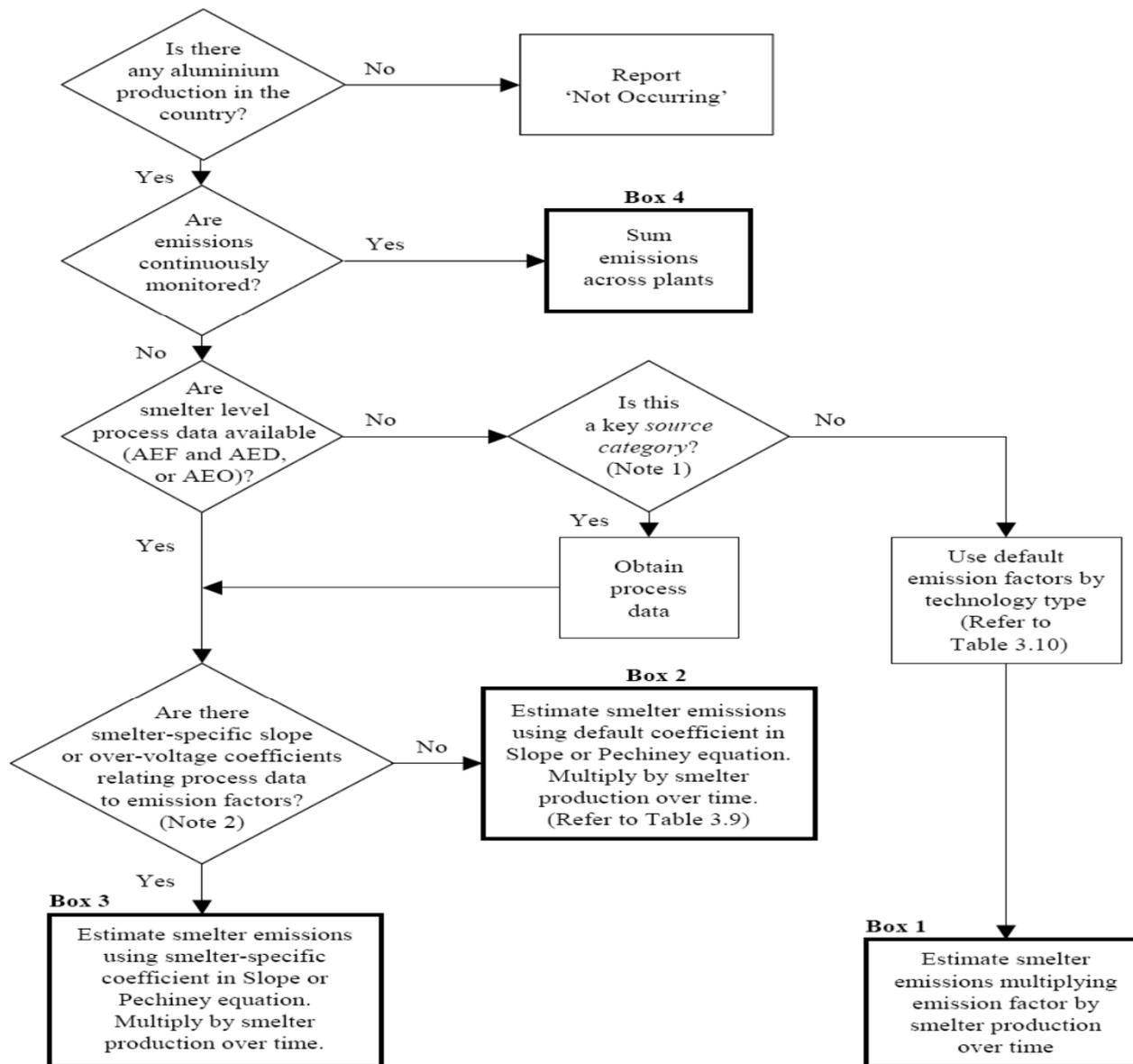


Figure 3.5 Decision Tree for PFC Emissions from Aluminium Production



Ejemplos de métodos de nivel en la adaptación de las Directrices del IPCC revisadas en 1996 en función de las circunstancias nacionales



Problemas al usar las Directrices del IPCC revisadas en 1996 y la Orientación sobre buenas prácticas (2000) (y recomendaciones)

- En este apartado se resumen los problemas hallados al emplear las Directrices del IPCC revisadas en 1996, así como las opciones disponibles en la Orientación sobre buenas prácticas.
- En las notas, se describe el impacto del problema sobre la elaboración de inventarios, las acciones prácticas recomendadas y las posibles opciones de la Orientación sobre buenas prácticas.



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

- Dificultad a la hora de **desagregar** las fuentes relevantes de un país según las categorías del IPCC, en especial según las categorías de subfuentes no enumeradas en la versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC.
- La "**técnica de correspondencia**" es un método práctico recomendado para facilitar la identificación y desagregación de las fuentes de un país según las categorías de fuentes del IPCC. El Manual recoge la división del IPCC y las probables correspondencias con las fuentes nacionales de emisiones.



Correspondencia de la clasificación industrial nacional con las categorías de fuentes del IPCC

- El Manual ofrece una muestra de las correspondencias de las categorías de fuentes nacionales con la clasificación de fuentes del IPCC. La tabla ayuda a identificar las categorías de fuentes del IPCC correspondientes a cada fuente probable de emisión nacional, facilitando así su correcta desagregación



- Presentación de informes directos de emisiones sin DA ni factores de emisión a las instituciones nacionales responsables de la recolección de datos a causa de la **información empresarial confidencial (IEC)**.
- **Efecto sobre la elaboración de inventarios:**
 - Reduce la transparencia y la comparabilidad.
- **Estrategia recomendada/Opción de la Orientación sobre buenas prácticas de 2000:**
 - La Orientación recomienda la verificación a nivel de planta y la evaluación de los estándares de medición y el plan de garantía y control de calidad de la industria



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

Métodos de estimación e informes de emisiones

- La presentación de informes sobre emisiones procedentes de los procesos industriales usos no energéticos (une) de insumos producidos en combinación con la quema de combustibles en el sector de la energía debido a la dificultad en la diferenciación y **la posible doble contabilización del CO₂**.
- **Mediciones directas a nivel de planta** y presentación de informes de emisiones de procesos industriales de CO₂ procedentes de procesos químicos o procesos de etapa, en combinación con las emisiones por quema de combustibles en usos energéticos de materias primas (p. ej., emisiones de CO₂ por la descomposición de CaCO₃ y la oxidación de coque metalúrgico en el proceso de Solvay).
- **Efecto sobre la elaboración de inventarios:**
 - se subestima la contribución del sector de procesos industriales a las emisiones nacionales (p. ej., el uso del gas natural en la producción de amoníaco o el coque como agente reductor en la producción de hierro y acero).
- **Estrategia recomendada/Opción de la Orientación sobre buenas prácticas de 2000:**
 - la Orientación sobre buenas prácticas de 2000 recomienda la estimación estequiométrica de los usos no energéticos, restándola de las estadísticas de energía para evitar la doble contabilización.



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales No adecuación de las relaciones estequiométricas como FE

- Cuando no hay datos específicos de la tecnología o datos a nivel de planta disponibles, los FE (por defecto) se basan en relaciones estequiométricas de reacciones de procesos.



- Falta de desarrollo de factores de emisión a nivel de planta, lo que lleva a la estimación de factores de emisión basados en relaciones descendentes calculadas como **EF = Emisiones/DA Agregados**.
- **Efecto sobre la elaboración de inventarios:**
 - la estimación de FE en función de los DA agregados es, en definitiva, un método de nivel 1 según las Directrices del IPCC revisadas en 1996. Carece de transparencia y comparabilidad y el método no se considera una buena práctica.
- **Estrategia recomendada/Opción de la Orientación sobre buenas prácticas de 2000:**
 - la Orientación sobre buenas prácticas de 2000 describe buenas prácticas basadas en «árboles de decisión» para la aplicación de las Directrices del IPCC de 1996 según las diversas circunstancias nacionales.



Mejoras en la Orientación sobre buenas prácticas de 2000 para los inventarios del sector de producción industrial

- Ejemplos de estimaciones de categorías de fuentes:
 - **2A1:** producción de cemento
 - **2A2:** producción de cal
 - **2A1:** uso de caliza y dolomita
 - **2C1:** hierro y acero

Manual sobre procesos industriales, tabla de referencia 2



Otros problemas concretos del uso de las
Directrices del IPCC revisadas en 1996

Estrategias recomendadas/Opciones



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

Símbolos de notación en las tablas 1 y 2 de elaboración de informes de la CMNUCC

- Uso inapropiado o limitado de los **símbolos de notación (NO, NE, NA, IE, NE)** en las tablas 1 y 2 de elaboración de informes de la CMNUCC.
- Con esto se reduce la transparencia y la exhaustividad en la cobertura del inventario.



Exhaustividad y transparencia en los informes: Uso de los símbolos de notación

- **NO (no ocurre)**: para actividades o procesos que no ocurren para un gas o categoría de fuente/sumidero dentro de un país.
- **NE (no estimado)**: para emisiones y remociones existentes que no han sido calculadas.
- **NA (no aplicable)**: para actividades de una categoría dada de fuente/sumidero que no dan lugar a emisiones o remociones de un gas específico.
- **IE (incluido en otro lugar)**: para emisiones y remociones estimadas pero incluidas en otro lugar del inventario (las Partes deben indicar dónde se han incluido las emisiones o remociones).
- **C (confidencial)**: para emisiones y absorciones que acarrearían la revelación de información empresarial confidencial.



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

Recopilación de datos de actividad (DA) y envío de la información

- Los datos de producción de grandes fuentes puntuales pueden estar disponibles en diferentes instituciones nacionales, en forma de conjuntos de datos que no son fácilmente convertibles a datos de inventario de gases de efecto invernadero.
- Si están disponibles, los informes obligatorios o voluntarios de datos a nivel de planta presentan el total de emisiones sin los AD y EF.



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

Ausencia de factores de emisión

- Los informes obligatorios de la industria (p. ej., informes anuales ambientales) solo presentan estimaciones de las emisiones, sin DA ni FE.
- Ausencia de FE por defecto del IPCC, debido a la diferencia entre las categorías de fuentes y subfuentes del IPCC y la clasificación de las fuentes correspondientes del país.



Potenciales problemas en la elaboración de inventarios del sector de procesos industriales

Disposiciones institucionales

- Las instituciones nacionales y las asociaciones industriales recopilan y presentan datos en **formatos inapropiados para la estimación de GEI**, porque suelen estar agregados en conjuntos de datos adaptados a los propósitos para los que se recopilan).
- **Concienciación limitada** por parte de las industrias/asociaciones industriales sobre las oportunidades en el marco de la Convención, y consecuente falta de motivación para desarrollar las capacidades de presentación de informes para los inventarios de GEI.



- **Ausencia de disposiciones institucionales** y claridad sobre los roles y responsabilidades de los expertos que ejecutan los estudios técnicos.
- **Falta de autoridad legal e institucional** para exigir datos de las industrias con el fin de realizar los inventarios (el envío de información es, básicamente, voluntario).



- **No implicación de las universidades o los centros de investigación** en actuaciones sobre el cambio climático que podrían dar lugar a un sistema de inventariado más sostenible.
- Los datos sobre cambio climático recopilados por los servicios estadísticos nacionales y las asociaciones industriales **no se ponen a disposición general.**
- **Falta de GC/CC y de análisis de incertidumbres** por parte de las instituciones recolectoras de datos.

- **Constituir un grupo nacional de trabajo con los actores relevantes** para la verificación a nivel de planta y la revisión del informe de inventario entre iguales.
- **Organizar un seminario de desarrollo de capacidades para todas las instituciones** e industrias que contribuyen a los GEI de forma relevante, para difundir los conjuntos de datos de inventarios de procesos industriales, concienciar sobre la necesidad de establecer control y garantía de calidad y buenas prácticas específicas para cada planta de cara al desarrollo y presentación de informes de los DA y FE en los conjuntos de datos de inventarios sobre gases de invernadero.



Problemas en las disposiciones institucionales

Recomendaciones de desarrollo de capacidades (cont.)

- Adaptar la versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC revisadas en 1996 y la Orientación sobre buenas prácticas de 2000, y desarrollar cuadernos de trabajo específicos para cada país, documentando métodos, DA y FE para aumentar la transparencia y preservar la memoria institucional.
- Difundir información sobre las oportunidades de reducción de emisiones en el marco de la Convención y los mecanismos financieros del Protocolo en un taller de desarrollo de capacidades para motivar la participación de las industrias.



Revisión y evaluación de datos de actividad y factores de emisión

Estado de los datos (y opciones)



- **Acciones de garantía y control de calidad**
- La Orientación sobre buenas prácticas de 2000 **presenta una estrategia sistemática** de cara a las estimaciones de incertidumbre por defecto para diversas circunstancias nacionales, mediante árboles de decisión. Por ejemplo, en el caso de la producción de cemento, se describe una estrategia detallada en la tabla 3.2, que se basa en el árbol de decisión de la figura 3.1.

Gracias

