



Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia  
The United States-Mexico Foundation for Science

# **ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO *INEGEI 2002***

-México, D.F. Junio de 2005-

# ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO *INEGEI 2002*

-México, D.F. Junio de 2005 -



Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia  
The United States-Mexico Foundation for Science

Este documento mantiene un registro continuo de los aspectos metodológicos y referencias relevantes para México sobre la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero –GEI-, por lo que se actualiza cíclicamente a partir de la interacción de los responsables del desarrollo del inventario. El documento contiene hipertextos y hace continua referencia a las metodologías internacionales de estimación de emisiones de gases de efecto invernadero desarrolladas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático –IPCC, por sus siglas en inglés-. Se agradecen los comentarios u observaciones que puedan hacerse respecto de este documento. Las preguntas y comentarios deben dirigirse al Ing. Luis A. Conde (correo electrónico: [lconde@ine.gob.mx](mailto:lconde@ine.gob.mx)).

## Contenido

Nota Introductoria.....	3
1 Antecedentes.....	5
2 Aspectos Metodológicos Generales en la Elaboración del INEGEI 2002 .....	9
2.1 Objetivos, principios y definiciones .....	9
2.2 Aplicación de Buenas Prácticas y requerimientos generales de informes por sector .....	12
2.2.1 Requerimientos de transparencia, descripción de metodologías y determinación de Tiers 13	13
2.2.2 Requerimientos de consistencia, comparabilidad y exhaustividad .....	14
2.2.3 Exactitud y Estimación de Incertidumbres .....	19
2.2.4 Aplicación de las Buenas Prácticas y procedimientos de control de calidad (PLAN Q) .....	21
2.3 Fuentes clave .....	23
2.4 Benchmarking y comparabilidad a inventarios de países Anexo 1 y al Inventario Nacional de Emisiones de México .....	27
2.4.1 Inventarios de GEI de España y Estados Unidos como benchmarks para el INEGEI 2002.....	27
2.4.2 Comparación con el Inventario Nacional de Emisiones de México –INEM- ..	28
3 Aspectos Metodológicos Específicos por Sector relevantes para la Elaboración del INEGEI 2002.....	29
3.1 Sector Energía, Consumo de Combustibles en Actividades Industriales, Comerciales/Residenciales y Agricultura.....	29
3.1.1 Inventario exhaustivo .....	29
3.1.2 Factores de emisión .....	30
3.1.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre ..	31
3.2 Sector Energía, Transporte .....	31
3.2.1 Inventario exhaustivo .....	31
3.2.2 Factores de Emisión .....	32
3.2.3 Fuentes de Información y Actualización de Datos de Actividad e Incertidumbre ..	32
3.3 Sector Energía, Emisiones Fugitivas por Manejo de Petróleo y Combustibles ...	33
3.3.1 Inventario Exhaustivo.....	33
3.3.2 Factores de emisión .....	33
3.3.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre ..	34
3.4 Sectores Industrial y de Solventes .....	35
3.4.1 Inventario exhaustivo .....	35
3.4.2 Factores de emisión .....	35
3.4.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre ..	35
3.5 Sector Agricultura.....	35
3.5.1 Inventario Exhaustivo.....	35

3.5.2	Factores de emisión .....	37
3.5.3	Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre .. .....	37
3.6	Sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.....	38
3.6.1	Inventario Exhaustivo.....	38
3.6.2	Factores de contenido de carbono .....	39
3.6.3	Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre .. .....	39
3.7	Sector Manejo de Residuos .....	40
3.7.1	Inventario Exhaustivo.....	40
3.7.2	Factores de emisión .....	41
3.7.3	Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre .. .....	41
4	Referencias .....	43
	Anexo I.....	45
	Tablas de reporte y resumen de Inventario de GEI por sector .....	45

## **Nota Introductoria**

Los aspectos metodológicos que se describen en este documento deberán tomarse en cuenta en la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero –GEI- correspondiente al año 2002, denominado **INEGEI 2002**. En ellos se resumen las recomendaciones y observaciones derivadas de la revisión del Inventario previo con que cuenta México, denominado INEGEI 94-98. De la misma forma, se consideran las conclusiones de reuniones y talleres (workshops) suscitados en el periodo 2001-2004, incluyendo el taller *Hacia la Tercera Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático –CMNUCC*, celebrado el 19 de noviembre de 2004 en la Ciudad de México, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-. De igual manera se incluyen aspectos relevantes de los informes de evaluación al INEGEI 94-98 realizadas por Ruiz Suárez y colaboradores, con el patrocinio de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C. –FUMEC- y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos –US EPA, por sus siglas en inglés-. Como parte de esta evaluación, destaca la revisión del INEGEI 94-98 realizada por la empresa ICF. Estos procesos de revisión y evaluación del INEGEI 94-98 representan la primer ocasión en que se contó con un coordinador científico responsable de aspectos metodológicos y de la evaluación de los resultados del Inventario de Emisiones de GEI y, que como parte de dicha evaluación, los resultados del Inventario Nacional fueron sujetos a una revisión técnica exhaustiva realizada por una tercera parte (la empresa ICF, con sede en EUA). Como parte de esta evaluación se generó una buena cantidad de observaciones y sugerencias de mejora, las cuales se han condensado en el presente documento.

De la misma manera se consideran también observaciones realizadas durante las reuniones sostenidas con los consultores responsables de la estimación de emisiones de GEI por sector, en febrero, marzo y abril de 2005, de conformidad con el calendario de trabajo para la elaboración del INEGEI 2002. Finalmente se destacan consideraciones relevantes respecto de la aplicación de la Guías de Buenas Prácticas establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático –IPCC, por sus siglas en inglés-.

El propósito de este documento es perfeccionar la actualización del INEGEI 2002, tomando ventaja de los errores y experiencias documentadas en la elaboración del INEGEI 94-98 así como de los aspectos notorios que se han destacado en la fase inicial de elaboración del INEGEI 2002. A fin de evitar durante el desarrollo del INEGEI 2002, los mismos errores que ocurrieron en el INEGEI 94-98, en el presente documento se desglosan aspectos generales y específicos por sector que deberán tomarse en cuenta en la elaboración del INEGEI 2002 y en la actualización de datos correspondientes a los años previos. Dado que establece requerimientos de reporte para los informes de estimación de emisiones por sector, este documento es de referencia para los consultores responsables de realizar la estimación de emisiones para el INEGEI 2002, ya que se espera que sus cálculos y resultados reflejen las experiencias y consideraciones que aquí se resumen.

## 1 Antecedentes

Como un punto de partida común a la elaboración de Inventarios de GEI en todo el mundo, debe existir familiaridad con las herramientas para el desarrollo de Inventarios Nacionales de GEI, las cuales se describen principalmente en las Directrices y las Buenas Prácticas del IPCC. De igual manera, debe tenerse presente que la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece que cada país debe informar a la Conferencia de las Partes (COP) sobre sus fuentes de emisión y absorción por sumideros de todos los gases de así como sobre las medidas para mitigar y facilitar la adecuada adaptación al cambio climático y cualquier otra información que se considere relevante para el logro del objetivo de la Convención. A fin de cumplir con esta obligación, los países que son parte de la Convención presentan comunicaciones nacionales, que en los casos de países no-Anexo I, como México, deben integrar lo siguiente:

***¿Qué deben contener las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático?***

- a) Un inventario nacional de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción antropogénica por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, en la medida que lo permitan sus posibilidades, preparado utilizando las metodologías comparables que promueva y apruebe la Conferencia de las Partes;*
- b) Una descripción general de las medidas que haya adoptado o prevea adoptar la Parte no incluida en el Anexo I para implementar la Convención;*
- c) Cualquier otra información que la Parte no incluida en el Anexo I considere pertinente para el logro del objetivo de la Convención y apta para ser incorporada en la comunicación, con inclusión, si fuere factible, de los datos pertinentes para el cálculo de las tendencias de las emisiones globales.*

Los países, también denominados Partes de la Convención deberán utilizar las Directrices del IPCC para elaborar los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 (en adelante las Directrices del IPCC), a fin de estimar y comunicar sus inventarios nacionales de GEI.

En el desarrollo de los inventarios nacionales de GEI, las Partes deberán utilizar únicamente la versión mas reciente de las Directrices del IPCC, así como las Guías de Buenas Prácticas que el IPCC ha publicado para perfeccionar la estimación de emisiones. En la siguiente tabla se enlistan la común referencia de los documentos

mencionados, sus títulos oficiales en inglés y cita bibliográfica correspondiente, así como los principales aspectos de contenido que cubre cada uno de ellos:

**Documentos de referencia para la elaboración de Inventarios Nacionales de GEI**

<b>Común referencia</b>	<b>Cita bibliográfica de la versión original en inglés</b>	<b>Aspectos de contenido</b>
<p><b>Directrices del IPCC, Volumen 1</b></p> <p><b>Guías revisadas del IPCC, Volumen 1</b></p> <p><b>Guías de reporte de inventarios del IPCC</b></p>	<p>IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.</p>	<p>Indicaciones paso por paso para la recopilación, documentación y transmisión sistemáticas de los datos del inventario nacional</p> <p>Están destinadas a todos los usuarios de las <i>Directrices</i> del IPCC y son el principal medio de garantizar la coherencia de todos los informes y permitir su comparación.</p>
<p><b>Directrices del IPCC, Volumen 2</b></p> <p><b>Guías revisadas del IPCC, Volumen 2</b></p> <p><b>Workbook o Libro de Trabajo del IPCC</b></p>	<p>IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Workbook. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.</p>	<p>Se dictan recomendaciones sobre el modo de planificar e iniciar un inventario nacional</p> <p>Se presentan también instrucciones para el cálculo pormenorizado de las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), halocarburos (HFC,PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), precursores de ozono y aerosoles correspondientes a las seis categorías principales de fuentes de emisión.</p>
<p><b>Directrices del IPCC, Volumen 3</b></p> <p><b>Guías revisadas del IPCC, Volumen 3</b></p> <p><b>Manual de Referencia del IPCC</b></p>	<p>IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.</p>	<p>Se presenta un compendio de la información sobre los métodos que pueden emplearse para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como una lista completa de los tipos de fuente para cada uno de ellos.</p> <p>Incluye también resúmenes de los fundamentos científicos de los métodos de inventario recomendados y proporciona extensas referencias a la literatura técnica.</p> <p>Está destinado a prestar ayuda a los participantes de todos los niveles de experiencia para que puedan tener una mejor comprensión tanto de los procesos que dan lugar a emisiones y remociones de los gases de invernadero como de los métodos de estimación empleados para realizar los inventarios.</p>

<p><b>Buenas Prácticas del IPCC</b></p> <p><b>Guía de buenas prácticas de los sectores energía, procesos industriales, agricultura y manejo de residuos</b></p>	<p>IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). Japan.</p>	<p>Para los sectores de la Energía, Procesos industriales, Agricultura, y Manejo de Residuos se abordan entre otros los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la elección, por medio de árboles de decisión, de los métodos de estimación apropiados a las circunstancias nacionales;</li> <li>• las recomendaciones sobre los factores de emisión más apropiados y otros datos necesarios para los cálculos de los inventarios;</li> <li>• los procedimientos de garantía de la calidad y control de calidad que permitan verificaciones cruzadas durante la compilación del inventario;</li> <li>• la información que deberá documentarse, archiversse y notificarse para facilitar el análisis de las estimaciones de emisiones;</li> <li>• la incertidumbre a nivel de la categoría de fuentes.</li> </ul> <p>Se describe la manera de determinar la contribución relativa de cada categoría de fuente a la incertidumbre general de las estimaciones de los inventarios nacionales, utilizando una combinación de datos empíricos y juicio de expertos. También se describen las <i>buenas prácticas</i> relativas a los procedimientos de garantía de la calidad y control de calidad que deben emplear los organismos encargados de los inventarios..</p>
<p><b>Buenas Prácticas del sector USCUSyS</b></p> <p><b>Guía de buenas prácticas del sector uso de suelo y silvicultura</b></p>	<p>IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change National Greenhouse Gas Inventories Programme and Institute for Global Environmental Strategies. Kanagawa, Japan.</p>	<p>Para el sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura se abordan los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la elección de los métodos de estimación, conforme a las Directrices del IPCC y a las circunstancias nacionales;</li> <li>• los procedimientos de garantía de la calidad y control de calidad que permitan verificaciones cruzadas durante la compilación del inventario;</li> <li>• la información que deberá documentarse, archiversse y sistematizarse para facilitar las estimaciones de emisiones;</li> <li>• la incertidumbre a nivel de categorías de fuentes.</li> </ul> <p>Se describe la manera de determinar la contribución relativa de cada categoría de fuente o sumidero a la incertidumbre general del sector USCUSyS, utilizando una combinación de datos empíricos y juicio de expertos.</p>

Como se puede apreciar de la tabla anterior, las Directrices del IPCC comprenden tres volúmenes: los volúmenes I y III de la metodología están disponibles únicamente en inglés, pero el volumen II, que contiene todas las tablas metodológicas y explicaciones pertinentes sobre cómo estimar las emisiones, está también disponible en Francés, Ruso y Español, al igual que ambos volúmenes de Buenas Prácticas, publicados hasta hoy por el IPCC.<sup>1</sup> Estos documentos pueden “bajarse” o consultarse *in extenso*, en la siguiente dirección de Internet:

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>

La información del Inventario Nacional de Emisiones de GEI representa la pieza primordial de la 3ª Comunicación Nacional que México pretende entregar a la Convención en el 2006. La importancia del INEGEI 2002 en la integración de la 3ª Comunicación Nacional de México sobre Cambio Climático fué expresada en palabras del Subsecretario de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT, como ...*“El plato fuerte será como siempre el desarrollo de inventarios metodológicamente serios, creíbles, que nos den una base para nosotros poder establecer políticas. Es difícil establecer políticas cuando no sabe uno lo que está emergiendo de los sectores. ¿Y cómo se ha hecho? Presentando la evolución de estas emisiones. Tenemos una secuencia de inventarios para los años 1990, 1994, 1996 y 1998, y esperamos tener en el marco de esta 3ª Comunicación, la versión más actualizada que sea posible de estas emisiones, de manera que tendremos ya una imagen muy clara de cómo están evolucionando nuestras emisiones...”* (PNUD, 2004).

---

<sup>1</sup> La versión de las Directrices del IPCC vigente actualmente corresponde a la versión revisada en 1996 y publicada en 1997. Actualmente se realiza una revisión de estas directrices, la cual se espera concluya con una nueva versión a publicarse en el 2006.

## 2 Aspectos Metodológicos Generales en la Elaboración del INEGEI 2002

### 2.1 *Objetivos, principios y definiciones*

A partir de 1995 en que se realizó un primer inventario nacional de gases de efecto invernadero para el año base de 1990, se han actualizado y mejorado los inventarios nacionales elaborados bajo las directrices y guías estipuladas por el IPCC. Sin embargo, el último inventario de México que consideró todos los sectores relevantes a la emisión de GEI, que corresponde al año de 1996, aun dista de cumplir los atributos requeridos para los países Anexo 1 de la Convención y que actualmente se enfatizan en las Guías de Buenas Prácticas publicadas por el IPCC a partir del año 2000. Al respecto de las metodologías empleadas en la elaboración de Inventarios Nacionales de GEI en países no Anexo 1, las decisiones adoptadas por la COP recomiendan adoptar las buenas prácticas, dada la necesidad de mejorar la transparencia, consistencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud de los inventarios de estos países (UNFCCC COP, 2003). Por otra parte, un análisis comparativo realizado por la OCDE, destaca la variedad de problemas que tienen los inventarios de países no Anexo 1, que hasta ahora impiden contar con inventarios consistentes y comparables, y concluye con la importancia de contar con un sistema continuo para la elaboración y actualización de inventarios, así como con la necesidad de documentar la elaboración de los inventario y proporcionar las hojas de cálculo originales (OCDE, 2003).

De acuerdo a las decisiones adoptadas por la COP, se han definido, para los inventarios de GEI de países anexo 1, los atributos necesarios que permitan instrumentar un sistema confiable de seguimiento e intercambio de cuotas de reducción de emisiones, tal como se describen en el recuadro siguiente.

**Principios y definiciones relacionados a los atributos de Inventarios de GEI establecidos en las Directrices para la Preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes Incluidas en el Anexo I de la Convención, Primera Parte: Directrices de la Convención Marco para la Presentación de Informes Sobre los Inventarios Anuales.**

...

**B. Principios y definiciones**

2. Los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (en adelante los "inventarios") deberán ser transparentes, coherentes, comparables, exhaustivos y exactos.
3. Los inventarios deberán prepararse utilizando metodologías comparables acordadas por la Conferencia de las Partes (CP), como se señala en el párrafo 9 *infra*.
4. En el contexto de estas directrices de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales:

*Transparencia* significa que las hipótesis y metodologías utilizadas en un inventario deben aplicarse con claridad para facilitar la reproducción y evaluación del inventario por los usuarios de la información suministrada. La transparencia de los inventarios es fundamental para la eficacia del proceso de comunicación y de examen de la información;

*Coherencia*<sup>2</sup> significa que el inventario debe ser internamente coherente en todos sus elementos con los inventarios de otros años. Un inventario es coherente si se utilizan las mismas metodologías para el año base y todos los años siguientes y si se utilizan conjuntos de datos coherentes para calcular las emisiones y absorciones de fuentes o sumideros.

En determinadas circunstancias mencionadas en los párrafos 15 y 16, se podrá considerar que es coherente un inventario en el que se hayan utilizado metodologías diferentes en años diferentes si

los nuevos cálculos se han hecho de manera transparente, teniendo en cuenta la *Orientación sobre las buenas practicas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y la Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>3</sup>

*Comparabilidad* significa que las estimaciones de las emisiones y absorciones de que informen las Partes del anexo I en sus inventarios deben poder compararse. Con este fin, las Partes en el anexo I deberán utilizar las metodologías y formularios acordados por la CP para estimar los inventarios y comunicarlos. La determinación de categorías de fuentes/sumideros deberá ceñirse al nivel de desglose que aparece en las *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996*<sup>4</sup>, y en la *Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, en los cuadros de resumen y sectoriales*;

*Exhaustividad* significa que el inventario debe abarcar todas las fuente sy sumideros y todos los gases que figuran en las Directrices del IPCC, así como otras categorías pertinentes de fuentes y sumideros que son específicas de determinadas Partes del anexo I y que, por consiguiente, pueden no estar incluidas en las Directrices del IPCC. Exhaustividad significa también una cobertura geográfica completa de las fuentes y sumideros de la Parte del anexo I<sup>5</sup>;

*Exactitud* es una medida relativa del grado en que una estimación de emisión o absorción se aproxima al valor real. Las estimaciones deben ser exactas en el sentido de que no queden sistemáticamente por encima o por debajo de las emisiones o absorciones efectivas, por lo que pueda apreciarse, y que las incertidumbres se reduzcan al mínimo posible. Deben utilizarse metodologías adecuadas, conformes a la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, para promover la exactitud de los inventarios

5. En el contexto de las presentes directrices, las definiciones de las expresiones comunes utilizadas en la preparación de los inventarios de gases de efecto invernadero son las que figuran en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

<sup>2</sup> Se ha considerado que para México es mas apropiado el término *Consistencia*, como equivalente al término usado en español por el IPCC, *Coherencia*. En el presente documento es usa en adelante el término consistencia.

<sup>3</sup> En el presente documento se usará el término “orientación del IPCC sobre las buenas prácticas”, “Guías de buenas prácticas del IPCC” o simplemente “buenas prácticas” cuando se haga referencia conjuntamente a la *Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* y a la *Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*. Cuando se trate de último documento solamente, se utilizará el término “buenas prácticas en el sector USCUSyS”

<sup>4</sup> En adelantes, las “Directrices del IPCC”

<sup>5</sup> Con arreglo al instrumento de ratificación aceptación, aprobación o adhesión relativo a la Convención presentada por cada Parte del anexo I.

Si bien México no es una parte del Anexo I de la Convención Marco y, por tanto, no está obligado a presentar informes anuales de inventario de GEI ni a aplicar las Directrices aprobadas al respecto por la COP, existen ventajas importantes en adoptar estos atributos como objetivos de la actualización del inventario nacional de GEI puesto que así se garantizaría que los datos del inventario de México sean comparables a los de países anexo I, lo cual a su vez facilitará el desarrollo de programas y estrategias susceptibles de recibir apoyos de cooperación internacional, como los que se estipulan en el mecanismo de desarrollo limpio (MDL). Además, se considera que México cuenta con experiencia técnica suficiente para poder elaborar inventarios de GEI comparables a los de países Anexo 1 y que las metodologías que especifican las Directrices y las Buenas Prácticas del IPCC y la información estadística disponible en el país, permiten realizar estimaciones razonablemente confiables de las emisiones de GEI para México. Las Buenas Prácticas del IPCC estipulan que los inventarios que se apeguen a ellas evitarán caer en estimaciones de emisiones excesivas o demasiado bajas, en la medida en que ello pueda determinarse, y la incertidumbre de esas estimaciones podrá reducirse lo más posible.

En este contexto, en la elaboración del INEGEI 2002 se ha decidido adoptar los atributos de los Inventarios de GEI de países Anexo 1, como parte de los objetivos a alcanzarse, a partir de la aplicación de las metodologías y buenas prácticas que han sido establecidos por el IPCC.

Con base en lo anterior, el INE ha establecido el siguiente enunciado de propósito respecto de la actualización del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002 –INEGEI 2002-:

***Propósito del proyecto INE-FUMEC sobre Actualización del Inventario de Gases de Efecto Invernadero***

Actualizar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero al año 2002, incluyendo el recálculo pertinente de la serie de datos de años pares 1990-2000, con base en las metodologías del IPCC, a fin de integrar un Inventario transparente, comparable, consistente, exhaustivo y exacto, que permita a México informar sobre sus emisiones a la Conferencia de las Partes y a la Convención Marco de Cambio Climático, y proporcionar la base de información que permita desarrollar e instrumentar programas y políticas eficaces de investigación, mitigación y adaptación frente al cambio climático.

A fin de alcanzar el propósito anteriormente estipulado para la elaboración del INEGEI 2002, se ha subdividido en los siguientes sectores la estimación de emisiones para el Inventario:

- Categorías IPCC **1A1** Sector energía, Industria de generación de energía, **1A2** Sector energía, consumo de combustibles en industrias de manufactura e industria de la construcción, y **1A4** Sector energía, consumo de combustibles en otros sectores: comercial/residencial, agropecuario y pesca
- Categoría IPCC **1A3** Sector energía; consumo de combustibles en el transporte
- Categoría IPCC **1B** Sector energía; emisiones fugitivas de las industrias del petrolero y gas natural, y del carbón
- Categorías IPCC **2** Sector industrial y **3** Sector de uso de solventes y otros productos
- Categoría IPCC **4** Sector agropecuario (designado por el IPCC como agricultura)
- Categoría IPCC **5** Uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura
- Categoría IPCC **6** Manejo de residuos

## **2.2 Aplicación de Buenas Prácticas y requerimientos generales de informes por sector**

La aplicación de las Buenas Prácticas estipuladas por el IPCC y la declaración de objetivos, principios y definiciones ya documentada conlleva consecuencias relevantes para la metodología de elaboración del INEGEI 2002 y para la integración de informes parciales (por sector) y de los resultados generales de inventario. Entre los aspectos que destacan para ser tomados en cuenta por los consultores responsables de la estimación de GEI por sector y de la integración de datos generales del inventario, destacan los que a continuación se enlistan:

- *Transparencia, descripción de metodologías y determinación de Tiers*
- *Consistencia, comparabilidad y exhaustividad*
- *Exactitud y Estimación de Incertidumbres*
- *Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC)*

En la tabla siguiente se desglosan los atributos que deberá alcanzar el INEGEI 2002 y los contenidos correspondientes a los Informes de estimación de emisiones por sector (respecto del guión o formato común de reporte requerido por el INE):

<b>Atributo</b>	<b>Capítulos del Informe de estimación de emisiones que le corresponden</b>
<i>Transparencia, descripción de metodologías y determinación de Tiers</i>	<i>capítulos 4. Método y Apéndice D. Información Recopilada</i>
<i>Consistencia, comparabilidad y exhaustividad</i>	<i>capítulos 5. Resultados y Apéndice A. Tablas de Reporte del IPCC</i>
<i>Exactitud y Estimación de Incertidumbre</i>	<i>capítulos 5. Resultados y Apéndice C. Notas sobre Incertidumbre</i>
<i>Control y aseguramiento de la calidad (QA/QC)</i>	<i>capítulos 6. Discusión y Apéndice C. Notas sobre Aseguramiento y Control de Calidad</i>

### **2.2.1 Requerimientos de transparencia, descripción de metodologías y determinación de Tiers**

Las metodologías recomendadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para realizar la estimación de las emisiones se exponen en el Manual de Referencia de las Directrices, y se discute su selección y mejor aplicación en las Buenas Prácticas. Se ha clasificado en tres niveles –Tiers- a las metodologías de estimación de emisiones, en función de su exactitud e información requerida.

El procedimiento de nivel 3 o Tier 3 es una evaluación rigurosa y específica de la fuente, tipo “de la base a la cúspide” (bottom-up), que requiere de inventarios detallados de la infraestructura y de factores de emisión específicos o determinación de emisiones en la fuente. Los métodos Tier 2 están basados en métodos específicos como el balance de masa y factores de emisión de proceso, para determinar la cantidad de emisiones. Finalmente, el procedimiento Tier 1 es el menos detallado, utiliza factores de emisión relacionados a información socioeconómica, generalmente con un amplio rango e incertidumbre elevada, e información de actividad general relacionada al sector que genera las emisiones. Estos datos de actividad requeridos son tomados de las fuentes de información estadística nacionales o internacionales, como pueden ser los Censos Socioeconómicos y de Población, estadísticas del sistema de Naciones Unidas, los Balances Nacionales de Energía y los Anuarios Estadísticos de empresas como PEMEX y CFE.

A fin de brindar transparencia en la elaboración del INEGEI 2002, las hipótesis y metodologías utilizadas así como los criterios y supuestos adoptados en las decisiones de elección del método (Tier) deben documentarse plenamente y toda la información de datos auxiliares o referencias de estudios o bases de datos utilizadas debe describirse, de tal manera que pueda facilitarse la reproducción del inventario. En este sentido, deberá documentarse mediante los árboles de decisión de las Buenas Prácticas, la determinación del nivel de metodología a aplicarse en la estimación de emisiones.

Si bien en Inventarios realizados en el pasado se ha dejado a los consultores responsables de la estimación de emisiones por sector, el definir los niveles de la metodología a emplearse, en el INEGEI 2002 se aplicarán criterios especiales para las fuentes de emisión más significativas, consideradas como fuentes clave. En general se aplicarán las mismas metodologías (Tiers) del INEGEI 94-98, salvo que en las fuentes clave y en donde exista información específica aplicable, deberá considerarse la aplicación de metodologías de mayor nivel (Tier 2 y Tier 3). Cuando esto sea posible, en el caso de las fuentes clave del inventario se aplicarán metodologías Tier 2. De no ser posible, deberán aplicarse las metodologías de nivel 1 (Tier 1) con un mayor nivel de detalle en la desagregación de las categorías de fuentes de emisión; esto con la intención de abarcar por completo todas y cada una de las categorías de emisión consideradas en las Directrices y Buenas Prácticas del IPCC. De igual manera, deberán identificarse los factores de emisión que sean más adecuados a las circunstancias del país.

En todo caso, deberán seguirse las buenas prácticas para decidir si en algunos casos pueden aplicarse métodos Tier 2 o de mayor nivel para algunas de las fuentes clave. A fin de documentar dichas decisiones deberán incluirse en el informe de resultados todos los árboles de decisión correspondientes, en apego a las buenas prácticas dictadas por el IPCC. En su caso, como parte de la descripción metodológica, deberán identificarse cuales son los obstáculos que impiden aplicar un método Tier 2, así como definir las necesidades para poder aplicarlo en un futuro.

### **2.2.2 Requerimientos de consistencia, comparabilidad y exhaustividad**

Como se ha documentado en la evaluación del INEGEI 94-98, la aplicación de las Buenas Prácticas solo se ha realizado en forma parcial. El INEGEI 2002 representa el primer ejercicio a nivel nacional para aplicar en forma sistemática las buenas prácticas

elaboradas por el IPCC, las cuales constituyen documentos de referencia a nivel mundial para mejorar la consistencia, comparabilidad y exhaustividad de los inventarios nacionales de GEI. De igual forma, la experiencia nacional incluye un cúmulo importante de conocimientos y lecciones aprendidas que podrán aprovecharse para que el INEGEI 2002 pueda alcanzar dichos atributos, lo que permitirá que México pueda reportar sus datos de Inventario con una mayor certidumbre que soporte el desarrollo de programas e iniciativas de alcance nacional e internacional.

En todos los sectores debe existir un apego escrupuloso a las tablas de reporte del IPCC, y en caso donde no se pueda realizar la estimación de emisiones, deberán especificarse las razones o limitaciones que así lo impiden. Para efecto de los cálculos de emisiones, deberán utilizarse las hojas de trabajo y tablas descritas en el workbook y en los módulos correspondientes del software del IPCC. En cada sector, los cálculos de emisiones deben desagregarse de acuerdo a las categorías de fuente que se describen en la tabla de categorías de fuentes de emisión que se incluye en el Anexo I. Dicha tabla es consistente con el Volumen 1, capítulo 1 de las Directrices del IPCC, *Understanding the Common Reporting Framework*. Los resultados generales de cada sector deben condensarse en las tablas de reporte por sector que se incluyen en el Anexo I.

Durante la elaboración del INEGEI 94-98, las Buenas Prácticas del IPCC fueron parcialmente adoptadas debido a que su publicación fue paralela en tiempo al periodo final de realización del INEGEI 94-98. Ahora que se cuenta con las Guías de Buenas Prácticas de todos los sectores (con excepción del uso de solventes) es necesario que estas guías se apliquen sistemáticamente para todos los sectores del inventario. Respecto del uso del software del IPCC y la integración de resultados deben adoptarse las unidades y categorías de fuentes consideradas en las propias tablas y documentarse cualquier variación. En los datos de emisiones de GEI directos o indirectos; solo deben usarse las unidades y notación de referencia considerada en las Directrices del IPCC. En caso de utilizarse tablas diferentes deben incluirse en el reporte y explicarse la secuencia de cálculo así como los supuestos utilizados.

A fin de que el INEGEI 2002 pueda ser comparable y consistente con los datos de inventarios de años previos, deberá realizarse la actualización de los datos de dichos inventarios previos, a partir de las metodologías utilizadas en el INEGEI 2002. Al respecto, cabe precisar que la mayor parte de los datos existentes en los inventarios

compilados hasta ahora por el INE corresponden al año base 1990 y a la serie 94, 96 y 98. Existen algunos datos complementarios sobre ciertos sectores para el año 2000 y para años impares anteriores. Por razones administrativas relacionadas al ciclo técnico-administrativo para la elaboración de inventarios, el INE ha determinado estimar las emisiones de todos los sectores, categorías de fuentes y gases estipulados por el IPCC considerando una secuencia bianual, en años pares. Es decir, que es necesario que los consultores responsables de cada sector del inventario realicen el recálculo de la serie de años pares 1990-2000, además del 2002, lo cual ofrecerá una serie de datos históricos que son imprescindibles para lograr la consistencia de los inventarios y para poder realizar un análisis efectivo de tendencias, así como para poder comparar los datos de México frente a los de otros países. En los casos donde puedan proporcionarse también datos de años impares, incluyendo el año 2003, éstos podrán ser útiles para análisis de tendencias por fuentes o categorías de emisión.

En caso de datos faltantes en inventarios anteriores y cuando los datos hayan sido estimados con supuestos o factores de emisión distintos a los del año 2002, deberán realizarse estimaciones de emisiones consistentes entre sí para la serie de años pares 1990-2000. En todos los casos es necesario reportar los datos de actividad considerados, las fuentes de información y las suposiciones realizadas.

Al respecto del recálculo de la serie 1990-2000, los consultores podrán usar técnicas de interpolación o extrapolación estadística y de *backcasting*<sup>6</sup>. Dado que siempre es mejor considerar la información disponible sobre indicadores de actividad, en lugar de realizar una simple extrapolación estadística, se espera que se apliquen prioritariamente técnicas de *backcasting* para la estimación de emisiones de años previos. En el capítulo de la Guía del INE sobre Elaboración y Usos de Inventarios de Emisiones se describen las técnicas de proyección de inventarios de emisiones, las cuales pueden resultar pertinentes como técnicas de *backcasting* (INE, 2005). Otra referencia relevante para adentrarse en las técnicas de *backcasting* y proyección de inventarios es el Informe de la Iniciativa NARSTO sobre Inventarios de Emisiones en Norteamérica, *Improving Emissions Inventories for*

---

<sup>6</sup> Por *backcasting* debe entenderse el recálculo de emisiones de años pasados, a partir de datos actuales que permiten establecer una base estadística o criterios metodológicos consistentes, lo cual permite otorgarle comparabilidad y transparencia a datos de series de tiempo. Las técnicas de proyección de inventarios de emisiones pueden considerarse como técnicas de *backcasting*, ya que su única diferencia radica en la definición en el tiempo de los datos que se busca calcular. En este sentido, *backcasting* puede entenderse como la retroproyección de un inventario de emisiones.

*Effective Air Quality Management Across North America, A NARSTO Assessment*, accesible en la página web de [NARSTO](#)

De esta manera los informes de estimación de emisiones deben incluir los años pares de la serie 1990-2000 al igual que el año 2002, para todos los gases considerados por las tablas de reporte del IPCC. En el Informe, debe incluirse una impresión completa de las tablas correspondientes del software del IPCC. Adicionalmente deben entregarse los archivos en carpetas que correspondan a cada año considerado en el inventario. Es decir que los Informes incluirán las tablas del módulo que corresponde a cada sector así como las del overview. En forma adicional, deberán incluirse los resultados obtenidos de la estimación de emisiones en los 11 formatos de tabla excell que se incluyen en el Anexo I, con los siguientes conceptos:

- Resumen de emisiones 1990-2002 (por cada GEI sujeto de reporte y cada año de la serie 1990-2002)
- Resumen de emisiones 1990-2002 CO2 equivalente
- Resumen de emisiones por fuente INEGEI 2002
- Resumen de emisiones por fuente INEGEI 2002 (versión corta)
- Resumen de emisiones por fuente INEGEI 2002 CO2 equivalente
- Reporte de métodos usados
- Tendencia de emisiones (CO2)
- Tendencia de emisiones (CH4)
- Tendencia de emisiones (N2O)
- Tendencia de emisiones (HC-PFC-SF6)
- Resumen de tendencia de emisiones
- Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1

Al respecto de la estimación de emisiones de la serie de años considerados por el inventario, en cada sector deberá valorarse la comparabilidad y consistencia de los datos existentes en inventarios previos y recalcular los datos que así lo ameriten. Los datos deberán entregarse tanto en los módulos del software de reporte, como en las tablas que se incluyen en el Anexo I de este documento. En el caso de los módulos del software utilizados, deberá entregarse el conjunto completo de tablas utilizadas. Por otra parte, en el Anexo I se incluyen las 11 (once) tablas de reporte que deberán utilizarse y presentarse como parte de los informes de emisiones por sector. Estas tablas son consistentes con los

formatos de presentación de datos generales estipulados por las Directrices para la preparación de Comunicaciones Nacionales de Países no incluidos en el Anexo 1 de la Convención, adoptadas por la Conferencia de las Partes en su octava sesión, celebrada en Nueva Delhi a fines del 2002, y con las tablas para integrar los datos de resumen, tendencias y métodos que han sido incluidos en el formato común de reporte (CRF, por sus siglas en inglés) utilizados por los países Anexo 1 de la Convención. En todos los casos es importante apearse a las instrucciones referidas como notas de pie de tabla. Por ejemplo, es importante anotar el método y FE, conforme a las claves indicadas en la tabla de reporte de métodos de estimación. Cabe precisar también que, si bien dichas tablas consideran toda la serie de años entre 1990 y 2002, la información mínima que debe contemplarse es la correspondiente a años pares.

En la fase de integración general del INEGEI 2002, los datos e información presentada en los informes de estimación de emisiones será compilada en el propio software del IPCC y en tablas de resumen que permitan obtener los resultados generales del inventario. Al respecto se contemplan, al menos, las siguientes tablas de síntesis del inventario:

- Resumen de emisiones por sector
- Resumen de emisiones en equivalentes a CO<sub>2</sub> o potencial climático global
- Resumen general de tendencia de emisiones
- Incertidumbre general del Inventario

Si bien los Países anexo I presentan periódicamente inventarios que incluyen datos anuales de todos los años anteriores hasta el año base de 1990, se considera que en el caso de México es suficiente reportar los datos en una serie bianual, a partir del propio año base de 1990, y lograrse de todas maneras un Inventario que cumpla con los parámetros requeridos por el IPCC para considerarse comparable, exhaustivo y consistente. Como puede observarse de una tabla resumen de los datos de inventarios nacionales de GEI compilados hasta ahora, en varios sectores existen vacíos de información en los datos que corresponden a los años 1992 y 2000. Sin embargo, se espera que los informes de los consultores responsables de estimar las emisiones por cada sector, incluyan además de estos años el recálculo completo de toda la serie de años pares que van desde 1990-2000, aparte de la del 2002. Este recálculo es necesario dado que es por primera vez que se ha establecido que el inventario nacional de GEI alcance atributos internacionales de comparabilidad, consistencia y exhaustividad. Para

lograr esto, en algunos sectores deberán añadirse las categorías de fuentes de emisión y todos los gases que figuran en las directrices del IPCC, algunas de las cuales han sido omitidas en los cálculos de los inventarios hasta ahora existentes. De igual forma en el INEGEI 2002 se establecen procedimientos específicos de QA/QC que permitirán mejorar el margen de comparabilidad del INEGEI, tanto respecto de las tendencias a nivel nacional, como con otros inventarios de país, a nivel internacional.

### ***2.2.3 Exactitud y Estimación de Incertidumbres***

Si bien en Inventarios de años previos se aplicaron diversos aspectos de las Buenas Prácticas en algunos sectores, el INEGEI 2002 representa el primer ejercicio a nivel nacional para aplicar en forma sistemática las buenas prácticas elaboradas por el IPCC, las cuales constituyen documentos de referencia a nivel mundial para mejorar la exactitud y determinar la incertidumbre de los inventarios nacionales de GEI. Los inventarios previos hasta ahora elaborados, no cuentan con estimación de incertidumbre, lo cual impide reconocer los márgenes de exactitud del inventario y determinar las fuentes que pueden ser prioritarias para mejorar la exactitud del mismo.

Se considera que la aplicación de las metodologías del IPCC permiten ofrecer un grado de exactitud razonable en la estimación de emisiones de GEI, sin embargo pueden darse incertidumbres considerables en ciertas categorías de fuente y determinados gases, lo cual es necesario estimar y documentar. En general, la incertidumbre de un cálculo de estimación de emisiones esta asociado a lo siguiente:

- El factor de emisión utilizado
- La calidad de la información base empleada en los cálculos

La estimación de la incertidumbre es importante para identificar aquellas áreas en donde puede haber un área de oportunidad significativa para mejorar el inventario, así como para establecer la incertidumbre del inventario en general. De ahí la importancia de documentar en forma sistemática, la incertidumbre asociada al factor o modelo de emisión empleado así como el grado de incertidumbre de la información base o de indicadores de actividad.

La incertidumbre de la estimación de emisiones debe cuantificarse a nivel de cada categoría de fuente. Conforme al capítulo 6 de las Buenas Prácticas del IPCC, una vez determinadas las incertidumbres en las categorías de fuentes, las mismas pueden

combinarse para brindar estimaciones de la incertidumbre para todo el inventario y de la incertidumbre en la tendencia general del inventario a través del tiempo. En el caso del INEGEI 2002 se ha determinado aplicar la estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes con supuestos simplificadores, correspondiente al nivel 1 (Tier 1). Para cada sector del Inventario deberá estimarse la incertidumbre, a partir de los márgenes de incertidumbre documentados en los capítulos 2 a 5 de las Buenas Prácticas y de la experiencia del experto responsable de la estimación de emisiones, tanto para los datos de actividad como para los factores de emisión utilizados. Estas cifras de evaluación cuantitativa de la incertidumbre deberán reportarse en la tabla “Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1”, la cual se incluye en el Anexo I.

A diferencia de las tablas de reporte de resultados del software, las cuales predefinen las subcategorías de fuentes de emisión y los GEI, en la tabla “Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1” deben inscribirse las subcategorías por cada GEI a considerarse en el análisis de incertidumbre. Por ejemplo, en el caso de la incertidumbre asociada al sector 1A deberán calcularse las incertidumbres a nivel de cada tipo de combustible para cada GEI. Estas subcategorías de fuentes se relacionan en la tabla 1-2 overview del módulo 1 del software de reporte (esta tabla aplica tanto a combustión en fuentes fijas como en el transporte, por lo que en los informes correspondientes de cada uno de estos subsectores, deberá estimarse la incertidumbre de cada categoría de fuente). En la tabla “Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1” se definen cuatro datos de entrada para cada tipo de fuente o combustible; esto es:

- Emisiones año base en Gg equivalente CO<sub>2</sub> (año 1990)
- Emisiones año t en Gg equivalente CO<sub>2</sub> (año 2002)
- Incertidumbre en los datos de actividad en porcentaje
- Incertidumbre en el factor de emisión en porcentaje

Estos datos deberán alimentarse en la tabla “Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1”, en las columnas C, D, E y F y los cálculos de incertidumbre se realizarán automáticamente a partir de las funciones ya predefinidas en dicha tabla. En el caso de la categoría 1A, como en los que correspondan a los distintos tipos de fuentes de emisión considerados en cada sector, deberán agregarse los renglones que sean necesarios para considerar los diferentes tipos de fuentes o combustibles. El cálculo de la incertidumbre combinada se presentará en la columna G, en tanto que la Incertidumbre combinada

como % del total de emisiones de cada categoría de fuente y del total agregado a nivel nacional en el año t, se presentará en la columna H. En las columnas K, L, y M se presentarán los cálculos relativos a la incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales. En las columnas N y O deberán anotarse los indicadores de calidad del factor de emisión y de los datos de actividad, conforme a las claves anotadas en notas de pie de tabla. En la columna P deberá anotarse el número de referencia del dictamen de expertos si es que se realizó formalmente un ejercicio de este tipo, el cual no se requiere como parte del INEGEI 2002, ya que se ha dejado la responsabilidad de asignar un nivel de incertidumbre a los consultores responsables de estimar las emisiones de GEI en cada sector. En la columna O podrán anotarse las referencias a notas al pie que se considere necesario incluir. Con base en la información de incertidumbre proporcionada a nivel de cada sector se realizará una estimación general de la incertidumbre del inventario, bajo los mismos supuestos que se consideran en el Nivel 1 de estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes con supuestos simplificadores.

#### ***2.2.4 Aplicación de las Buenas Prácticas y procedimientos de control de calidad (PLAN Q)***

Hasta ahora, en los inventarios nacionales de emisiones de GEI no se han documentado los procedimientos de control de calidad. Como ejemplo de un procedimiento de control de calidad que se aplicó parcialmente en el INEGEI 94-98, en la siguiente tabla se resumen aspectos relevantes de buenas prácticas implementados en relación a las fuentes clave del inventario. Cabe precisar bajo los procedimientos que se especifican en el Plan de Control de Calidad del INEGEI 2002 (PLAN Q), estos aspectos de las buenas prácticas deberán quedar palomeados en su totalidad.

**Consideración de aspectos relevantes de las buenas prácticas del IPCC en el INEGI 94-98 en fuentes clave\***  
**Table. Implementation of key issues of Good Practice**

Key Source	Sector	Direct GHG	Use of decision tree	Recalculations	Uncertainty	Documentation	Transparency	External Peer Review
Transportation	Energy	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	methods documented, lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Electricity generation	Energy	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Soil emissions	LUC&F	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Industry (ISIC)	Energy	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Delayed emissions from land clearing	LUC&F	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direct emissions from land clearing	LUC&F	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fugitive emissions from fuels	Energy	CH <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/>		default	<input type="checkbox"/>	lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Energy industries	Energy	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Solid waste disposal on land	Waste	CH <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	default	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enteric fermentation	Agriculture	CH <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	default	<input type="checkbox"/>	mostly, one key Excel worksheet missing	<input type="checkbox"/>
Wastewater treatment	Waste	CH <sub>4</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	default	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metal production	Industrial Processes	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	default	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Residential	Energy	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lack of raw data	<input type="checkbox"/>
Mineral products	Industrial Processes	CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	default	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* Tomado de FUMEC, 2003

A diferencia de los inventarios previos donde no se documentó el control de calidad, en el INEGEI 2002 se ha determinado abordar este aspecto en forma específica. Al respecto se ha desarrollado un plan específico, el PLAN Q, que establece los procedimientos específicos que deberán aplicarse en la elaboración del INEGEI 2002. Esto permitirá sistematizar los aspectos de control de calidad en forma común a todos los sectores del inventario y facilitará el control de documentos en oficinas del INE. En este contexto, los procedimientos de aseguramiento y control de calidad QA/QC deben documentarse en los informes por sector y en la integración de resultados generales del inventario. Estos procedimientos evalúan aspectos de la comparabilidad, la consistencia, la exactitud y la transparencia que se pretenden alcanzarse en la elaboración del INEGEI 2002.

Un aspecto importante en el control de calidad de los informes de emisiones por sector es la **verificación de sumas y adición de datos**. En la revisión del INEGEI 94-98 se detectaron diversos errores de suma de datos. Para evitar este tipo de errores, las sumas deben checarsse a través de algún sistema de verificación de conceptos de adición y así detectar y evitar errores de sumas. El uso apropiado del software y la correcta aplicación del Workbook y las Directrices del IPCC permiten evitar problemas de este tipo. En este sentido deberá evitarse el redondeo de cifras en el software y reportar los datos de emisiones en Gigagramos (Gg) con 3 (tres) cifras decimales.

En algunos casos es posible comparar los datos de emisiones con los resultados obtenidos a través de métodos top-down, como en el caso del método de referencia para la categoría de consumo de combustibles. Si bien el método de referencia nunca rendirá los mismos resultados obtenidos por métodos más específicos basados en el consumo de combustibles por sector, la comparación permite checar diversos aspectos de la estimación de emisiones y evaluar la incertidumbre asociada.

### **2.3 Fuentes clave**

Las fuentes claves son definidas como aquellas que representan una proporción relevante en las emisiones de un país debido a su contribución porcentual en el inventario nacional de gases de efecto invernadero o que imponen un nivel significativo de incertidumbre en el mismo. Las buenas prácticas del IPCC enfatizan la importancia de que en el inventario nacional de cada país se identifiquen las categorías de fuentes que se consideran fuentes clave por su contribución a la incertidumbre general del inventario. Estas categorías principales de fuentes, también denominadas fuentes clave, “permiten decidir el orden de

prioridad en el uso de los recursos disponibles para la preparación del inventario y elaborar las mejores estimaciones posibles sobre las categorías de fuentes mas importantes” (IPCC, 2003).

En el análisis de fuentes claves se realiza un conteo independiente por cada subcategoría y su contribución ponderada por potencial de calentamiento, para cada GEI de efecto directo. Por ejemplo, en el sector de transportación se consideran las contribuciones ponderadas para bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, por separado.

En el caso del INEGEI 2002, se ha determinado procurar una metodología de nivel 2 (Tier 2) en las categorías de fuentes consideradas como fuentes clave, excepto en los casos en que esto no sea posible por la disponibilidad y la calidad de la información básica. A tal fin, se consideran fuentes claves para México las que se señalan en la tabla siguiente, donde se enlistan las principales 15 categorías de fuente correspondientes al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de 1996:

***Emissiones de CO2 equivalente por sector por fuente clave del INEGEI 1996\****

ORDEN	FUENTE CLAVE	GEI	PORCENTAJE DEL TOTAL	ACUMULADO PORCENTUAL
1	Cambio del uso del suelo c. Emisiones de suelos	CO <sub>2</sub>	12.30	12.30
2	Transporte b. Autotransporte	CO <sub>2</sub>	12.21	24.51
3	Energía otros a. Generación de electricidad	CO <sub>2</sub>	11.43	35.94
4	Industria (ISIC)	CO <sub>2</sub>	8.56	44.50
5	Cambio del uso del suelo otras b. Emisiones tardías por desmonte	CO <sub>2</sub>	7.99	52.49
6	Cambio del uso del suelo otras a. Emisiones directas por desmonte	CO <sub>2</sub>	7.19	59.68
7	Energía fugitivas 2. Petróleo y gas natural	CH <sub>4</sub>	6.15	65.83

8	Agricultura A Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	6.03	71.85
9	Industrias de la Energía	CO <sub>2</sub>	5.37	77.23
10	Desechos A Desechos sólidos en suelos	CH <sub>4</sub>	4.86	82.09
11	Desechos B Tratamiento de aguas de desecho	CH <sub>4</sub>	3.65	85.74
12	Energía otros b. Residencial	CO <sub>2</sub>	3.08	88.82
13	Procesos industriales C Producción de metales	CO <sub>2</sub>	2.97	91.79
14	Procesos industriales C Producción de metales	CO <sub>2</sub>	2.30	94.09
15	Agricultura D Suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	1.38	95.47

\* tomado de Ruíz Suárez, L.G. y X. Cruz Núñez, 2004.

En la tabla anterior se enlistan las 15 subcategorías cuya contribución acumulativa es del 96% del total de emisiones ponderada, para el inventario de GEI de México correspondiente al año de 1996: De acuerdo a esta jerarquización de fuentes clave, el sector 5. *Uso de Suelo, Cambio de uso del suelo y silvicultura* comprende tres de las quince fuentes clave, en tanto que el sector 1. *Energía* comprende seis. Por su parte, los sectores 2. *Procesos industriales*, 4. *Agricultura* y 6. *Manejo de Residuos* incluyen dos fuentes clave, por cada sector.

De acuerdo al análisis de fuentes clave realizado por Ruiz Suárez y colaboradores (Ruíz Suárez, L.G. y X. Cruz Núñez, 2004 y FUMEC, 2003) los resultados pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Las principales emisiones (y sumideros) de CO<sub>2</sub> por el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura incluyen: 1) cambios en el carbón almacenado en el suelo y restos orgánicos en suelos minerales debido a cambios en el uso del suelo; 2) emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de suelos orgánicos convertidos a la agricultura o plantaciones silvícolas, y 3) emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la aplicación

de cal a suelos agrícolas. Las emisiones tardías de CO<sub>2</sub> corresponden a la degradación paulatina de restos de biomasa aérea que no fueron quemados durante la conversión de bosques o matorrales a pastizales o cultivos. Este material se degrada paulatinamente en aproximadamente diez años. Las emisiones de CO<sub>2</sub> por conversión directa de bosques o selvas corresponden a la quema en el sitio o como leña de parte de la biomasa aérea existente en el área siendo convertida a pastizales o cultivos.

- El sector de energía presenta seis de las dieciséis fuentes más importantes. Primero están las emisiones del transporte y la generación de electricidad (niveles 2 y 3); le sigue la producción y consumo de energía por la industria (nivel 4); las emisiones fugitivas de gas natural ocupan el séptimo lugar; las de la industria energética, el décimo lugar, y el consumo doméstico, el duodécimo lugar. Una revisión con mayor detalle del subsector transporte muestra que el autotransporte aporta 91.11% de emisiones de CO<sub>2</sub>; otras formas más eficientes energéticamente, como son la navegación y el ferrocarril, aportan sólo 3.58% de las emisiones del subsector. Esta diferencia se explica no tanto por la eficiencia como por su reducida participación en el mercado del transporte.
- El sector industrial comprende las emisiones de GEI como subproducto de algún proceso de transformación. Entre éstos, la producción de metales y minerales se reporta como fuente clave, en los lugares 13 y 14, respectivamente.
- El sector de agricultura presenta como fuentes clave las emisiones de metano por fermentación entérica en el noveno nivel, y las emisiones de óxido nitroso por suelos agrícolas en último lugar.
- El sector de agricultura presenta como fuentes clave las emisiones de metano por fermentación entérica en el noveno nivel, y las emisiones de óxido nitroso por suelos agrícolas en último lugar.
- En el sector de desechos, las emisiones de metano por disposición de desechos sólidos en rellenos sanitarios ocupa el décimo lugar entre las fuentes clave, y el manejo de aguas residuales ocupa el onceavo lugar. Este sector es de acelerado crecimiento en sus emisiones debido a la creciente aplicación de la normatividad ambiental sobre disposición de desecho sólidos urbanos y tratamiento de aguas

residuales. El ritmo de crecimiento de las emisiones de este sector, y los todavía muy notables retrasos en el manejo de desechos sólidos y tratamiento de aguas residuales, hacen esperar una mayor participación en inventarios futuros. A su vez, también señala oportunidades de mitigación que podrían ser costo-eficientes.

Una vez integrado el INEGEI 2002, podrá realizarse una nueva determinación de fuentes clave, con datos correspondientes al año 2002 y de acuerdo a la Buenas Prácticas del IPCC.

## **2.4 *Benchmarking y comparabilidad a inventarios de países Anexo 1 y al Inventario Nacional de Emisiones de México***

### **2.4.1 *Inventarios de GEI de España y Estados Unidos como benchmarks para el INEGEI 2002***

Dado que se busca alcanzar parámetros de transparencia, consistencia y exactitud similares a los de los inventarios de países Anexo 1, es pertinente identificar inventarios que puedan servir de modelos o *benchmarks* respecto de la elaboración del INEGEI 2002. Si bien no existen lineamientos de *benchmarking* para los inventarios de países No Anexo 1 como México, si es recomendable comparar aspectos metodológicos y factores de emisión con países que han acumulado mayor experiencia en la elaboración de inventarios de GEI. De ahí que sea útil definir cuales inventarios de otros países pueden considerarse como *benchmarks* y establecer comparaciones en aquellos rubros donde puedan adaptarse metodologías, criterios o FE aplicados en dichos países. Al respecto, en el caso de la elaboración del INEGEI 2002, debido a que sus inventarios mantienen atributos de transparencia, exactitud, comparabilidad, consistencia y exhaustividad y a que son países Anexo 1 de los que México suele adoptar tecnologías o establecer vínculos de cooperación técnica, se sugiere consultar los inventarios de España y de EUA, los cuales están disponibles en las páginas web de UNFCCC, página de Inventarios reportados por países Anexo 1:

[2004 Annex I Party GHG Inventory submissions](#)

y en la página de la US EPA, dedicada a cambio climático:

[Redirection to EPA Global Warming Site](#)

Por ejemplo, si se comparan los factores de emisión y se observa que el usado en México esta fuera de un rango de valores usados por otros países, tal vez sea necesario revisar y

documentar por qué el nuestro es diferente. Una herramienta de apoyo en este respecto es la Base de Datos de Factores de Emisión, compilada por el IPCC (IPCC, 2003).

#### ***2.4.2 Comparación con el Inventario Nacional de Emisiones de México –INEM-***

El primer Inventario de Emisiones de contaminantes del aire ambiente a nivel nacional está por concluirse durante el primer semestre del 2005. Sus resultados pueden ofrecer un parámetro de comparación relevante para algunas categorías de fuentes de emisión y para GEI de efecto indirecto, como COVNM y SO<sub>x</sub>, para los cuales el INEM presenta estimaciones de emisiones a nivel nacional. Se considera que en las siguientes categorías de fuentes podrán realizarse algunas comparaciones pertinentes o adaptarse datos si es que éstos representan mayor exactitud y transparencia, si bien siempre es importante considerar los diferentes niveles de desagregación de la información y las metodologías empleadas en la estimación de emisiones:

- Combustión en fuentes fijas y de área
- Vehículos automotores
- Aviación
- Ferrocarriles
- Embarcaciones náuticas
- Uso de solventes
- Incendios forestales
- Quemadas agrícolas controladas

### **3 Aspectos Metodológicos Específicos por Sector relevantes para la Elaboración del INEGEI 2002**

Durante la revisión al INEGEI 94-98 coordinada por Ruiz Suárez y colaboradores se realizó un taller para discutir las observaciones realizadas por la empresa ICF sobre el mencionado inventario y documentar las respuestas a dichas observaciones a cargo de los consultores responsables de las estimaciones de emisiones por cada sector. Este proceso está registrado en documentos específicos por cada sector denominados Log-Files –disponibles solo en inglés-, los cuales se sugiere revisar en el caso de cada sector.

Un énfasis especial para buscar aplicar metodologías Tier 2 deberá ponerse en las fuentes clave, donde deberán aplicarse con rigor las recomendaciones de las buenas prácticas y subsanarse las observaciones referidas. A continuación se desglosan las consideraciones más relevantes derivadas de la revisión del INEGEI 94-98 por cada sector del inventario. Siempre puede consultarse el archivo Log file correspondiente a cada sector que, si bien se trata de documentos de trabajo en lengua inglesa, es importante puedan ser revisados a fin de considerar los diferentes aspectos que se comentaron durante las reuniones y talleres dedicados a revisar el INEGEI 94-98 .

#### **3.1 Sector Energía, Consumo de Combustibles en Actividades Industriales, Comerciales/Residenciales y Agricultura**

##### **3.1.1 Inventario exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe chequearse que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. El consumo de combustibles representa una fuente clave, y la estimación de emisiones debe realizarse a través de los enfoques (top-down o método de referencia y bottom-up o método sectorial) que describen las Directrices y Buenas Prácticas del IPCC. Tal como se requiere en las tablas de reporte del IPCC y se expone como parte de la metodología en las Directrices y las Buenas Prácticas, es una buena práctica realizar la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el Método de Referencia del IPCC y comparar los resultados obtenidos con el método sectorial, que se considera más detallado. La comparación de resultados puede dar lugar a correcciones como parte del trabajo de estimación de emisiones, ya que las diferencias en los datos reportados por ambos métodos deben explicarse.

Algunos aspectos sobresalientes en relación a un inventario exhaustivo o completo del sector energía son los siguientes:

- Si la lista de combustibles no corresponde a la del IPCC, debe documentarse la homologación de las diferentes categorías de combustibles. Por ejemplo, en el INEGEI 94-98 se consideró que todo el carbón consumido fue carbón bituminoso, y de igual manera, se agregaron datos de combustóleo ligero y combustóleo pesado, en una misma categoría. A fin de documentar estas consideraciones debe explicarse el manejo de este tipo de datos. De ser necesario puede incluirse un glosario con definiciones sobre las categorías de los combustibles considerados en los cálculos y otros términos pertinentes. Al mismo respecto, deberán ajustarse los cálculos de los inventarios de la serie 1990-2000 mediante las técnicas que se consideren apropiadas de *backcasting*, a fin de que éstos sean comparables a los del INEGEI 2002.
- En el caso de los subsectores industriales que usan combustibles o derivados del petróleo o carbón en sus procesos, tales como la industria de fertilizantes y otros giros petroquímicos y la siderurgia, debe realizarse el cálculo de carbono incorporado a productos, tal como lo señalan las Directrices y las Guías de Buenas Prácticas. Estas consideraciones deben reflejarse en Hojas de trabajo auxiliares y documentarse en el desglose de los resultados.
- Apegarse a las recomendaciones de las Buenas Prácticas y documentar la estimación de emisiones, conforme a los procedimientos considerados para el sector en cuestión.

### **3.1.2 Factores de emisión**

Dado que el sector energía representa una fuente clave de emisiones, debe documentarse con precisión cuáles factores de emisión se escogieron y por qué, a partir de las opciones que se incluyen en las directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC o en otras referencias como el compendio AP-42 de la US EPA. En los casos en que la información disponible lo permita, deberá aplicarse metodología Tier 2, y seleccionarse los factores de emisión correspondiente al nivel de agregación de la información. Por ejemplo, en el INEGEI 94-98 existieron omisiones en los FE del consumo de diesel en el subsector comercial/institucional y en el subsector de agricultura.

### **3.1.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

La fuente básica de información en este sector es el Balance Nacional de Energía –BNE-, el cual constituye la herramienta principal para actualizar los datos de actividad. Es importante documentar el nivel de incertidumbre en el uso de los datos del BNE y explicar las variaciones más significativas. Por ejemplo, en el año 2000 se reportó un aumento importante en el uso de leña en el sector residencial; sin embargo, no se explica si el cambio se debió a metodología o al balance de uso de combustibles en el sector rural.

Es necesario documentar la incertidumbre tanto de los datos de la actividad como de los factores de emisión. Por ejemplo, la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> por la combustión de carbón es a menudo más incierta que para el petróleo y el gas natural. Adicionalmente, las estimaciones de emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son generalmente más inciertas que para CO<sub>2</sub>, ya que las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O dependen de la tecnología utilizada en la combustión, los controles de emisión empleados y otros factores.

A fin de validar y complementar la información de datos de actividad puede recurrirse a otras fuentes como son la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el Consejo de Recursos Minerales y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés).

## **3.2 Sector Energía, Transporte**

### **3.2.1 Inventario exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe checarsé que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. Hasta ahora en los sucesivos INEGEI no se habían incluido emisiones de N<sub>2</sub>O, sino hasta el estudio Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Energía, Sector Transporte 2000-2001 (IMP INE, 2003). Si bien la contribución del subsector transporte es marginal en cuanto al N<sub>2</sub>O, se considera necesario incluir este GEI en el Inventario para alcanzar estándares de comparabilidad internacional.

De igual forma se considera necesario realizar estimaciones de emisión de fuentes móviles no carreteras y maquinaria semiestacionaria como equipo agrícola y de construcción. En el caso de embarcaciones náuticas también es importante separar el cálculo de estimaciones de las embarcaciones de uso regular con puerto fijo y de la

marina mercante, tal como establecen las Directrices y Buenas Prácticas del IPCC. Al respecto de la exhaustividad y consistencia del Inventario, deberán ajustarse los cálculos de los inventarios de la serie 1990-2000 mediante las técnicas que se consideren apropiadas de *backcasting*, a fin de que éstos sean comparables a los del INEGEI 2002.

### **3.2.2 Factores de Emisión**

Dado que el subsector transporte representa una fuente clave de emisiones, debe documentarse con precisión cuáles factores de emisión se escogieron y por qué, a partir de las opciones que se incluyen en las directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC o en otras referencias como el compendio AP-42 de la US EPA. Por ejemplo, el gas licuado de petróleo (LPG) utilizado en México tiene una relación propano/butano que no corresponde a las especificaciones de otros países. En este contexto, se considera como buenas prácticas que se definan los factores de emisión más apropiados tomando en cuenta las características de los combustibles y tecnologías vehiculares. Tal es caso del FE para automóviles a gasolina sin equipo de control utilizado en el INEGEI 94-98, donde se listan emisiones de 0,005 G/km de N<sub>2</sub>O, en tanto que el IPCC lista un FE de 0,02 G/km, al considerar las características de la flota vehicular nacional.

### **3.2.3 Fuentes de Información y Actualización de Datos de Actividad e Incertidumbre**

El subsector transporte es fuente clave en el inventario y representa también una fuente de rápido incremento, por lo que de existir información suficiente deberá aplicarse metodologías Tier 2. En este contexto, deben documentarse las fuentes de información y la incertidumbre asociada a los datos de actividad. Esto incluye los ciclos de LTO para la aviación, VKT de vehículos automotores y la estimación de consumo de combustible en embarcaciones náuticas. De igual manera deben documentarse los tipos de control de emisiones que se asumen en cada caso. A fin de contar con datos desagregados deberán usarse hojas de trabajo auxiliar que permitan definir las características de la flota vehicular nacional, de acuerdo con la metodología a utilizarse.

Es necesario documentar la incertidumbre tanto de los datos de la actividad como de los factores de emisión. Por ejemplo, la estimación de incertidumbre es relevante a los cálculos de emisiones realizadas por factores de emisión vs. Modelos como el modelo mobile de US EPA donde se requieren datos mas precisos de características de la flota vehicular.

### **3.3 Sector Energía, Emisiones Fugitivas por Manejo de Petróleo y Combustibles**

#### **3.3.1 Inventario Exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe chequearse que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. En este contexto, destacan las siguientes aspectos relevantes a la exhaustividad del INEGI 2002:

- Emisiones fugitivas derivadas de la minería de carbón; las emisiones fugitivas de la minería de carbón no se estimaron en el inventario 94-98, lo cual representa una omisión que debe superarse. Información estadística de la International Energy Agency –IEA- indica que México tuvo una producción de carbón con un volumen de 13 millones toneladas métricas de productos de carbón en 1999. Datos actuales de esta actividad deberán obtenerse de la propia IEA, INEGI, Balance Nacional de Energía o de las empresas productoras o de las Cámaras empresariales a las que éstas puedan estar afiliadas. Esta situación se vió superada con el Estudio
- Emisiones de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NMVOC; conforme a las buenas prácticas deberá completarse el inventario de emisiones fugitivas, incluyendo estimaciones de emisión de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y NMVOC. De igual manera deberá incluirse un cálculo de este tipo de emisiones de la serie 1990-2000.

#### **3.3.2 Factores de emisión**

La sección de la metodología debe explicar cuáles factores de emisión se escogieron y por qué, a partir de la gama de opciones que se incluyen en las Directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC. Por ejemplo, de acuerdo con la mejor evidencia disponible, debe seleccionarse y justificarse la opción de estimar un “alto, medio o bajo” factor de emisión o adoptarse uno propio referido por PEMEX, IMP o por el Instituto Americano del Petróleo (API), para la estimación de emisiones fugitivas de metano en la producción de petróleo y de sus derivados. Es importante documentar el significado e incertidumbre de los factores de emisión y de los factores de la actividad para el sector petrolero, considerando la cadena de exploración y producción, hasta el consumo final de derivados del petróleo y gas natural.

Al mismo respecto, deberán ajustarse los cálculos de los inventarios de la serie 1990-2000 mediante las técnicas que se consideren apropiadas de *backcasting*, a fin de que éstos sean comparables a los del INEGEI 2002.

### **3.3.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

En reuniones de taller, representantes de PEMEX han mencionado que se cuenta con un sistema donde se da seguimiento a las emisiones en la industria de petróleo, el cual tiene un nivel de detalle más específico por estar sustentado en datos a nivel de instalaciones, lo cual contrasta con la metodología basada en datos nacionales del IPCC. En todo caso es importante asegurarse de ese sistema de seguimiento es consistente con las metodologías del IPCC y realizar las adecuaciones necesarias, si se pretende usarlo para estimar emisiones de GEI para el Inventario Nacional.

Es posible que existan aspectos de confidencialidad que impidan que dichos datos a nivel de instalaciones de PEMEX puedan utilizarse, por lo que deberá proponerse un acuerdo o mecanismo de colaboración adecuado, a fin de que PEMEX pueda aportar la información mas específica con que se pueda contar para el INEGEI 2002. De igual manera deberá corroborarse si existe información que pueda resultar relevante a la estimación de emisiones fugitivas en los Anuarios de PEMEX y en el Balance Nacional de Energía, realizado anualmente por la SENER, así como en las páginas web relacionadas a estas entidades. De encontrarse mejor información que afecte igualmente los datos de las emisiones de la serie 1990-2000, deberán realizarse y documentarse las modificaciones pertinentes.

Las emisiones fugitivas conllevan un alto grado de incertidumbre que deberá documentarse lo mejor posible. En el INEGEI 94-98 se estimó que las incertidumbres asociadas a los datos de la actividad y factores de emisión eran de 40% y 55%, respectivamente, por lo que de haber oportunidad para reducir estos márgenes de incertidumbre, podría hacerse un esfuerzo especial para generar o recolectar de mayor detalle sobre la actividad y los factores de emisión correspondientes. La importancia de ello radica en que actualmente se considera que los programas de reducción de emisiones fugitivas de GEI en el sector petrolero caen dentro del rango de incertidumbre, por lo que resulta imposible documentar si dichos programas son o no efectivos.

### **3.4 Sectores Industrial y de Solventes**

#### **3.4.1 Inventario exhaustivo**

Las categorías a considerar en el Inventario deben apegarse a las que definen las tablas de reporte del IPCC. Si existen diferencias que no corresponden a la clasificación del IPCC, debe documentarse la homologación de las diferentes categorías de fuentes. Al mismo respecto, deberán realizarse los cálculos de los inventarios de la serie 1990-2000 mediante las técnicas que se consideren apropiadas de *backcasting*, a fin de que éstos sean comparables a los del INEGEI 2002.

Es importante hacer las consideraciones necesarias para evitar el doble conteo con el sector energía, donde se incluye el cálculo de emisiones de GEI por combustión en los diferentes subsectores industriales.

#### **3.4.2 Factores de emisión**

Dado que las industrias de productos minerales y de productos metálicos representan una fuente clave de emisiones, debe documentarse con precisión cuáles factores de emisión se escogieron para estos subsectores, a partir de las opciones que se incluyen en las Directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC o en otras referencias como el compendio AP-42 de la US EPA. En los casos en que la información disponible lo permita, deberá aplicarse metodología Tier 2.

#### **3.4.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

Existen fuentes de información estadística en INEGI y en las cámaras o asociaciones industriales que en principio deben permitir actualizar los datos de actividad industrial, así como los relacionados a la producción y consumo de pinturas y solventes. Es importante documentar el nivel de incertidumbre en el uso de estos datos y de los factores de emisión empleados. Es necesario documentar la incertidumbre tanto de los datos de la actividad como de los factores de emisión y considerar datos sobre la tecnología utilizada en los diferentes procesos industriales y los controles de emisión empleados.

### **3.5 Sector Agricultura**

#### **3.5.1 Inventario Exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe checarsé que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. En

este contexto, destacan las siguientes fuentes relevantes para lograr atributos de exhaustividad en el INEGEI 2002:

- Emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica y manejo de excretas pecuarias; las emisiones de metano asociadas a las diferentes clases de Ganado representan una fuente clave por lo que es importante considerar la desagregación que considera la metodología y las buenas prácticas del IPCC, así como manejar con cuidado las bases de datos para respetar en todo momento dicha clasificación. En la revisión del INEGEI 94-98 se detectaron inconsistencias en los datos de población de ganado utilizados como datos de entrada en las Hojas de trabajo. Por ejemplo, los datos de cabras, caballos, mulos y asnos presentaron variaciones que reflejaban errores en el manejo de datos.
- Emisiones de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y NMVOC y fuentes adicionales que deberán considerarse; conforme a las buenas prácticas, en aquellas categorías de fuentes en que existan metodologías, deberá completarse el inventario de emisiones, incluyendo estimaciones de emisión de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y NMVOC, además de CH<sub>4</sub>. Cuando no sea posible estimar la emisión de estos gases deberá documentarse la limitación que así lo impide. De igual manera deberá incluirse un cálculo de este tipo de emisiones de la serie 1990-2000, lo cual puede realizarse con técnicas de *backcasting*. Conforme a observaciones indicadas en la revisión del INEGEI 94-98 y dadas las características de la agricultura de temporal en México, deberá ponerse especial énfasis en la estimación de emisiones de las fuentes **4E. Quemas controladas de sabanas y 4F. Quema de residuos agrícolas en campo**. Al respecto de la categoría 4E deberá investigarse y recopilarse la existencia de estadísticas relacionadas a la Norma NOM-015-SAGARPA-SEMARNAT-1997, la cual establece los requisitos y condiciones para realizar quemas agrícolas controladas. En este mismo renglón deberá considerarse la estimación de la emisión de CO<sub>2</sub>, para lo cual habrá que adaptar algún método disponible, ya que las Directrices del IPCC no lo incluyen. Por otro lado, en relación a la emisión de óxido nitroso por manejo de excretas del Ganado, si se cuenta con información del hato ganadero y composición -por edades- del tipo de ganado, ésta podrá refinarse con base en los factores de emisión que se incluyen en las tablas 4.12, 4.13 y 4.14 de la sección 4.4. de la Guía de Buenas Prácticas. Estas consideraciones permitirán también desagregar las emisiones

atribuidas a ganado porcino y avícola, las cuales no han podido ser estimadas, por separado, hasta ahora.

### **3.5.2 Factores de emisión**

Como parte del informe de resultados, debe explicar cuáles factores de emisión se escogieron y por qué, a partir de la gama de opciones que se incluyen en las directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC. Esto es especialmente importante para casos tales como el factor aplicado a la fermentación entérica de vacas lecheras, el cual en el INEGEI 94-98 fue de casi dos veces del valor por *default* sugerido por el IPCC. Esta diferencia se explicó a raíz de una metodología de mayor nivel (Tier 2) consistente en estimar un FE ponderado que tiene en cuenta la estructura de la manada, por la región, la función, la edad y el peso del ganado. A fin de estimar dicho FE se utilizó una hoja de trabajo auxiliar. En casos como este siempre es necesario incluir en el informe una descripción y la hoja de trabajo auxiliar utilizada. Por otro lado, en cuanto a los FE relacionados a la emisión de metano por manejo de excretas, en el INEGEI 94-98 se utilizó un FE de referencia nacional, en cuyo caso debe incluirse en el Informe la cita completa y verificarse el título y año de publicación del artículo o estudio referido. La consideración de dichos FE permiten avanzar en la confiabilidad y representatividad del inventario pues reflejan condiciones específicas del país, en vez de utilizar los FE dictados por el IPCC, los cuales se consideran valores por omisión al no existir FE de referencia nacional o local.

### **3.5.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

Existen una serie de aspectos relevantes a la actualización de datos geográficos y la estimación de incertidumbre de los mismos que deberán cumplirse conforme a las Buenas Prácticas. Se han realizado observaciones a estos mismos aspectos en el INEGEI 94-98 las cuales se condensan en los siguientes puntos:

- Los datos de áreas dedicadas al cultivo de arroz presentaron inconsistencias y se omitió documentar las hojas auxiliares para el cálculo de áreas promedio en las series de tres años utilizadas así como considerar la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes.
- Dentro de la categoría de quema de residuos agrícolas en campo se han estimado las emisiones de quema de residuos de la caña de azúcar, sin

embargo no se ha documentado adecuadamente la fracción de contenido de carbón y proporción N-C ya que se han utilizado los valores indicados por las Directrices del IPCC para maíz. Al respecto cabe resaltar que el Manual de Buenas Prácticas incluye factores útiles a dichos cálculos en la tabla 4,16 de la sección 4,7 del Manual. Al respecto también debe documentarse si se trata de quemas en campo, ya que de tratarse del uso de residuos de la caña como combustible, este cálculo deberá realizarse como parte del sector de Energía, a riesgo de que si no se evita esta situación se realizaría una doble contabilidad de las emisiones correspondientes.

- A fin de estimar la emisión de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas deberán actualizarse los datos correspondientes al uso de fertilizantes y abonos sintéticos. De la misma manera es importante estimar las cantidades de entrada de N al suelo. Un aspecto que requiere actualización es la aplicación de las ecuaciones que se incluyen en la sección 4.7 de las Buenas Prácticas, las cuales permiten perfeccionar los cálculos para estimar la entrada de N al suelo por abonos naturales y excretas de ganado de pastoreo así como cultivos que fijan nitrógeno. A fin de aplicar dichas ecuaciones deberá explotarse la información de las bases de datos de SAGARPA, las cuales ya fueron utilizadas en el INEGEI 94-98. Las modificaciones metodológicas descritas deberán reflejarse igualmente en la modificación de la serie 1990-2000, a fin de que los datos del INEGEI 2002 puedan ser comparables.

### **3.6 Sector Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura**

#### **3.6.1 Inventario Exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe checarsse que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. En este contexto, destacan los siguientes aspectos:

- La Guía de Buenas Prácticas (IPCC, 2003) de este sector debe aplicarse con especial énfasis, dado que el INEGEI 2002 representa la primera experiencia después de su publicación. Entre otros aspectos, se incluyen metodologías útiles para considerar los

cambios en la absorción del carbón en suelos, así como una matriz de cambio de uso del suelo que permite sistematizar los datos de cobertura vegetal y uso de suelo, y checar que los cambios ocurridos en cada tipo de uso de suelo sean consistentes con los ocurridos en las otras categorías. Por ejemplo, en la revisión del INEGEI 94-98 se detectaron algunos datos inconsistentes en las hojas de trabajo. Esto indica que o hay errores en los cálculos, o los datos de entrada son inexactos. Es necesario verificar que los datos reportados en las tablas sean consistentes y que correspondan a la información de cambio de uso de suelo considerada en la matriz.

- La clasificación de cobertura vegetal adquiere importante relevancia para México por mantener características de un país megadiverso. En este sentido se ha previsto que las categorías de vegetación a utilizarse no corresponden con las categorías de las tablas de las Buenas Prácticas del IPCC. México, por su diversidad, definirá sus propias categorías de emisión de acuerdo a la clasificación nacional de la vegetación. Sin embargo es necesario considerar que la información disponible de cobertura de vegetación permita realizar la estimación de emisiones, conforme a los métodos estipulados por el IPCC.

### **3.6.2 Factores de contenido de carbono**

Se considera pertinente revisar los factores de contenido de carbono, ya que a partir de las Directrices del IPCC de 1996 se han actualizado datos como el factor de fracción de carbono en madera seca (de 0.45 a 0.5).

### **3.6.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

Algunos aspectos relevantes a la clasificación de uso del suelo y cobertura de vegetación respecto de la aplicación de la Buenas Prácticas 2003 en el INEGEI 2002, son los siguientes:

- Adaptar la clasificación del uso del suelo y vegetación a los criterios vertidos por las Buenas Prácticas del IPCC. En principio podrá partirse de las clasificaciones de INEGI y del inventario nacional forestal, sin embargo habrá

que tomar las consideraciones de cartografía y georreferenciación para lograr homologar categorías en un sistema o esquema de manejo de datos geográficos que sea robusta y consistente para permitir la estimación de emisiones con base en las coberturas de vegetación.

- Incluir estimaciones de tasas de deforestación, por clases de vegetación (los bosques de plantilla, las selvas tropicales, vegetación semiárida, etcétera)
- Estimar patrones sobre el uso de leña.
- Documentar densidades de carbón por tipo de vegetación y estimar incertidumbre
- Documentar tasas de crecimiento de biomasa por de tipo vegetación y estimar incertidumbre
- Documentar el contenido del carbón en suelo por tipo de vegetación y manejo, y estimar incertidumbre. Se ha comentado en diversas ocasiones que el inventario nacional forestal y otras bases de datos relacionadas a la actividad forestal no contemplan datos sobre el contenido de carbono en suelos; sin embargo a partir de dicha información podrán realizarse inferencias que permitan estimar el contenido de carbono en suelos
- Deberá seleccionarse y documentarse la opción de aplicar alguno de los tres niveles (Tiers) de la metodología. En dicha selección deberá tomarse en cuenta las necesidades de información vs. La información disponible. Un elemento central a estas decisiones es la matriz de cambio de usos del suelo, la cual en principio contempla seis categorías (bosques, cultivos, llanuras o pastizales, pantanos o humedales, asentamientos humanos y otros).

### **3.7 Sector Manejo de Residuos**

#### **3.7.1 Inventario Exhaustivo**

Como paso imprescindible para verificar que el inventario del sector es exhaustivo debe chequearse que se incluyan las categorías de fuente y GEIs estipulados en el Anexo I. Si bien en las hojas de trabajo del IPCC no se incluyen la categoría de incineración de residuos, conforme a las Buenas Prácticas se considera importante incluir esta información en el Inventario. En particular, conforme a la información de factores de emisión que se incluyen en las Buenas Prácticas se considera necesario realizar la

estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O, incluyendo los datos correspondientes a la serie de años pares de 1990-2000. En el INEGEI 94-98 se incluyen datos de emisiones de incineración de residuos los cuales deberán completarse para la serie referida, al igual que los datos correspondientes al año base 2002.

### **3.7.2 Factores de emisión**

Hasta ahora no se han aplicado en las metodologías de cálculo de emisiones FE de referencia nacional en el sector de manejo de residuos. Al respecto se considera necesario realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva a fin de identificar factores que puedan ser utilizados.

### **3.7.3 Fuentes de información y actualización de datos de actividad e incertidumbre**

Dado que la categoría de Desechos Sólidos Municipales se considera una fuente clave del Inventario por su rápido incremento, debe darse énfasis a un análisis de tendencias. Si existen consideraciones de incertidumbre respecto de la estimación de emisiones generadas en tiraderos a cielo abierto, éstas deben documentarse y si es el caso, aplicar técnicas de backcasting para la actualización de datos de emisiones de la serie 1990-2000.

En el INEGEI 94-98 se indicó que la combustión y recuperación de metano generado en el manejo de residuos es nulo. Esta consideración debe revisarse ante la posibilidad de que algunas instalaciones de rellenos sanitarios incorporan dispositivos para recuperar energía o quemar el biogás generado. De igual manera podrán actualizarse datos de actividad si se cuenta con información sobre el volumen, la profundidad, el tipo de basura y ubicación de tiraderos y rellenos sanitarios. Al respecto podrá acudir a fuentes de información como SEDESOL, INEGI y SEMARNAT, a fin de realizar las inferencias pertinentes partiendo de hojas de trabajo o bases de datos auxiliares que permitan sistematizar la información existente. De igual manera se han compilado para el INEGEI 2002, algunos artículos de revistas especializadas que abordan aspectos metodológicos para mejorar el cálculo de emisiones en este sector.

Una situación similar ocurre en la actualización de datos de actividad relacionados a las aguas residuales municipales e industriales, donde deben sistematizarse los datos de inventario de plantas de tratamiento, volumen del tratamiento, carga orgánica y procesos utilizados. Estos datos son imprescindibles para estimar las emisiones de metano

derivadas de procesos anaerobios. Información auxiliar relevante puede ubicarse en los datos de los censos de población y vivienda, donde se incluyen datos respecto de la cobertura de agua potable y drenaje, con los cuales pueden estimarse valores de inferencia de volumen de aguas residuales municipales.

Existen consideraciones similares a las referidas en el párrafo anterior, con relación a la información del tratamiento y disposición de aguas residuales industriales así como con la información de incineración de residuos municipales, biológico-infecciosos y residuos industriales. En el caso de las aguas residuales industriales pueden realizarse cálculos más específicos por subsector si se solicita la información correspondiente a la Comisión Nacional del Agua –CNA-; y en el caso de los residuos municipales, biológico-infecciosos y residuos industriales que son incinerados, las áreas correspondientes de SEMARNAT podrán aportar la información correspondiente. De igual manera, puede consultarse la información que reportan anualmente sobre ambos rubros los establecimientos industriales de jurisdicción federal, a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes –RETC-. El RETC no tiene aun una página web de acceso en línea a la información, sin embargo pueden consultarse las bases de datos que al respecto compila la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones o las propias Cédulas de Operación Anual –COA- remitidas anualmente por la industria a la SEMARNAT.

## 4 Referencias

FUMEC, 2003. Mexico GHG National Emissions Inventory Improvement Final Report. The United States – México Foundation for Science. Internal report prepared by Luis Gerardo Ruíz Suárez and others. Mexico City, July, 2003.

IMP INE, 2003. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Emisiones de Metano Fugitivo y Gases Precursores de Ozono en las Industrias del Petróleo y Gas Natural, y Carbón en México 2000-2001. Preparado por Dr. Dick Homero Cuatecontzi, Instituto Mexicano del Petróleo. Preparado para Instituto Nacional de Ecología. México, D.F., noviembre, 2003.

IMP INE, 2003. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Energía, Sector Transporte 2000-2001. Preparado por M. C. Luis Díaz Gutiérrez y M.C. Jorge Gasca Ramírez, Instituto Mexicano del Petróleo. Preparado para Instituto Nacional de Ecología. México, D.F., noviembre, 2003.

INE, 2005. Guía de Elaboración y Usos de Inventarios de Emisiones. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México, D.F.

INE SEMARNAT, 2000. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998. Instituto Nacional de Ecología Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, octubre 2000.

IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.

IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.

IPCC, 1997. Greenhouse Gas Inventory Workbook. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). United Kingdom.

IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA). Japan.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) National Greenhouse Gas Inventories Programme and Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Kanagawa, Japan.

IPCC, 2003. Database On Greenhouse Gas Emission Factors. Version 1.00. Intergovernmental Panel On Climate Change. WMO. UNEP. National Greenhouse Gas Inventories Programme. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php> September, 2003.

NARSTO, 2005. Improving Emissions Inventories for Effective Air Quality Management Across North America, A NARSTO Assessment. Emissions Inventory Assessment Review Draft. January, 2005.

OCDE, 2003. Current Status of National Inventory Preparation In Annex I Parties and Non-Annex I Parties. OCDE Environment Directorate and International Energy Agency. Document prepared by Abke Herold, Oeko-Institut, Germany, in November 2003.

PNUD, 2004. Hacia la Tercera Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático –CMNUCC-. Informe del Taller celebrado el 19 de noviembre de 2004 en el *Auditorio Miguel Álvarez del Toro* de la SEMARNAT. Informe interno del Instituto Nacional de Ecología y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México, D.F.

Ruíz Suárez, L.G. y X. Cruz Núñez, 2004. Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México, en Martínez, J. y Fernández, A. (compiladores) Cambio Climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. Noviembre de 2004.

UNFCCC, 2003. Handbook for Review of National GHG Inventories for Annex 1 Countries. United Nations Framework Convention for Climate Change. Bonn, Germany.

UNFCCC, 2004. Directrices para la Preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes Incluidas en el Anexo I de la Convención, Primera Parte: Directrices de la Convención Marco para la Presentación de Informes sobre los Inventarios Anuales. Convención Marco sobre el Cambio Climático. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, 21o período de sesiones. Buenos Aires, Argentina.

UNFCCC COP, 2003. Conference of the Parties. Report of the Conference of the Parties on its Eighth Session, held At New Delhi from 23 October to 1 November 2002. Addendum Part Two: Action Taken By The Conference Of The Parties At Its Eighth Session. FCCC/CP/2002/7/Add.2 28 March 2003. Decision 17/CP.8 Guidelines for the preparation of national communications from Parties not included in Annex I to the Convention.

UNFCCC, 2004. Informando sobre Cambio Climático. Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC. Climate Change Secretariat (United Nations Framework Convention for Climate Change - UNFCCC). Bonn, Alemania.

**Anexo I**

**Tablas de reporte y resumen de Inventario de GEI por sector**



Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia  
The United States-Mexico Foundation for Science